# การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

# TESTING AND EVALUATION OF RICE MILLING MACHINE BASED ON THAI INDUSTRIAL STANDARD

**สุชาญ อาลีอุสมาน**

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร**
**ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร**
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**
**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**
**ปีการศึกษา 2560**
**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**

# การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สุชาญ อาลีอุสมาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม<br>Testing and Evaluation of Rice Milling Machine Based on Thai Industrial Standards |
| **ชื่อ - นามสกุล** | นายสุชาญ อาลีอุสมาน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng. |
| **ปีการศึกษา** | 2560 |

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประชา บุณยวานิชกุล, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดลหทัย ชูเมฆา, ปร.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 12 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายสุชาญ อาลีอุสมาน |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng. |
| **ปีการศึกษา** | 2560 |

# บทคัดย่อ


การทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว ทดสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพการสีข้าว วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว

ศึกษาโรงสีข้าวจำนวน 8 โรงสีได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลการสีข้าว ร้อยละการขัดสี ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด สมรรถนะการสีข้าว โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532

โรงสีข้าวระดับชุมชนที่ศึกษามีกำลังการผลิตอยู่ระหว่าง 2 ถึง 4 ตันต่อวัน เน้นการรับซื้อข้าวจากสมาชิก เครื่องจักรในโรงสีประกอบด้วย เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก เครื่องขัดขาว เครื่องแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง และเครื่องคัดขนาดข้าวสาร ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพของโรงสีทั้ง 8 แห่ง พบว่า สมรรถนะการสีข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.5 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 65 ถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิผลของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 50 ถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดอยู่ระหว่าง 54 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก.888-2532 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการทำงานของโรงสีทั้ง 8 แห่ง พบว่ามีค่าเท่ากับ 145, 168, 72, 187, 140, 30, 64 และ 28 ตันข้าวเปลือกต่อปี ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนของโรงสีทั้ง 8 แห่ง โดยพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 200 บาทต่อชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.4, 4.3, 2.8, 5.3, 2.8, 2.4, 3.3 และ 1.2 ปี ตามลำดับ



**คำสำคัญ:** โรงสีข้าว เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Testing and Evaluation of Rice Milling Machine Based on Thai Industrial Standards |
| **Name-Surname** | Mr. Suchan Aliusman |
| **Program** | Agricultural Machinery Engineering |
| **Thesis Advisor** | Associate Professor Roongruang Kalsirisilp, D. Eng. |
| **Academic Year** | 2017 |

# ABSTRACT

Testing and evaluation of rice milling machine based on Thai Industrial Standards (TIS) was aimed to study the system components of a rice mill, test the performance and efficiency of rice milling machines, analyze the economics cost and the suggestions for improvement of rice mill efficiency.

Eight rice mills were selected - Banthongkuem Rice Mill, Bangbungtake Community Enterprise Rice Mill, Jedeehak Community Center Rice Mill, Bansrichula Community Rice Mill, Agricultural Product Improvement Learning Center Rice Mill, Bankomailai Community Center Rice Mill, Phromchaiphatthana Community Rice Mill, and Banyoihai Community Rice Mill. The study parameters were the milling rice recovery, the head rice recovery, the percentage of polishing, the percentage of whole grains, and the milling capacity. The research study was conducted based on Thai Industrial Standards 888-2532.

The milling capacities of selected rice mills were varied between 2-4 tons per day. Most paddies were directly purchased from the members of the rice mills. The machines used in the rice mills mainly consisted of rubber roll huskers, friction whiteners, paddy separators, and rice grading machines. According to the testing and evaluation of rice milling machines, the milling capacity varied between 0.08-0.5 tons of paddy per hour. The milling rice recovery and the head rice recovery ranged between 65-93 percent and 50-71 percent, respectively. These parameters were higher than Thai Industrial Standards. The economics cost analysis showed that the breakeven points of the eight rice mills were 145, 168, 72, 187, 140, 30, 64 and 28 tons of paddy per year, respectively. Considering the contract rate of 200 baht per hour, the payback periods were 5.4, 4.3, 2.8, 5.3, 2.8, 2.4, 3.3 and 1.2 year, respectively.

**Keywords**: rice mill, paddy husker, milling rice recovery, head rice recovery

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา บุณยวานิชกุล ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ดลหทัย ชูเมฆา ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย ตลอดจนพี่ๆน้องๆ ร่วมชั้นในระดับปริญญาโท ที่ร่วมเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณสถานที่ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบการทำวิจัย ขอบคุณเกษตรกรสำหรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกๆคน ในครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยดูแลให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดเวลาการทำวิจัยที่ผ่านมา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตั้งแต่เริ่มโครงการจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

สุชาญ อาลีอุสมาน

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย.....(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....(4)
กิตติกรรมประกาศ.....(5)
สารบัญ.....(6)
สารบัญตาราง.....(8)
สารบัญรูป.....(10)
บทที่ 1 บทนำ..... 14
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 14
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 15
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 15
1.4 ขั้นตอนในการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 16
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17
2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้าว..... 17
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 62
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 62
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 62
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย..... 79
4.1 ผลการศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวระดับชุมชน..... 79
4.2 ผลการศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วน..... 92
4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว..... 94
4.4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์..... 107
4.5 ผลการให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว..... 114

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ ..... 125

5.1 ระบบการทำงานของโรงสีข้าว ..... 125

5.2 ผลการศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าว ..... 126

5.3 ผลการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาโรงสีข้าว ..... 126

5.4 การศึกษาค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าว ..... 127

5.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการสีข้าว ..... 127

บรรณานุกรม ..... 129

ภาคผนวก ..... 132

ภาคผนวก ก การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว ..... 133

ภาคผนวก ข มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ..... 172

ภาคผนวก ค แบบบันทึกการทดสอบ ..... 189

ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลงาน ..... 193

ประวัติผู้เขียน ..... 205

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบจำนวนและตำแหน่งของแท่งยางควบคุมการขัดสี..... 41
ตารางที่ 2.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องสีข้าวต้นแบบ ..... 42
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบผลการขัดสีตัวอย่างข้าวเปลือกด้วยเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าว จังหวัดยโสธร ..... 42
ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าวจังหวัดฉะเชิงเทรา ..... 43
ตารางที่ 3.1 เครื่องจักรในโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา..... 65
ตารางที่ 3.2 เครื่องจักรในโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 68
ตารางที่ 3.3 ปริมาณผลการทดสอบที่ช่องทางออกต่างๆ ..... 73
ตารางที่ 4.1 ความเร็วรอบของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา..... 93
ตารางที่ 4.2 ความเร็วรอบของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ..... 93
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวบ้านทองครึม ..... 95
ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ..... 96
ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ..... 97
ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 98

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ..... 99
ตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ..... 100
ตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ..... 101
ตารางที่ 4.10 ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 102
ตารางที่ 4.11 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 109
ตารางที่ 4.12 แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 111
ตารางที่ 4.13 สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาประสิทธิผลของการสีข้าว ..... 117
ตารางที่ 4.14 สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาประสิทธิผลของการสีข้าว ..... 118
ตารางที่ 4.15 สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาร้อยละข้าวเต็มเมล็ด ..... 118
ตารางที่ 4.16 สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาความดังของเสียง ..... 118
ตารางที่ 4.17 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 121

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 16
รูปที่ 2.1 ลักษณะส่วนต่างๆ ของข้าว ..... 18
รูปที่ 2.2 ต้นข้าวที่งอกจากเมล็ดจะแตกแขนงเป็นกอใหญ่ออกมาจากตาข้างของลำต้น ..... 19
รูปที่ 2.3 ช่อดอกแบบแยกแขนงของข้าวที่พร้อมผสมเกสร ..... 19
รูปที่ 2.4 ช่อดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วมีการพัฒนาของรังไข่เป็นผลและเมล็ด ..... 19
รูปที่ 2.5 ภาพเมล็ดซึ่งเจริญเติบโตบนช่อดอกที่เรียกว่ารวงกำลังสุกเหลืองใกล้ถึงเวลาเก็บเกี่ยว ..... 20
รูปที่ 2.6 ลักษณะรูปร่างของรูตะแกรงทรงกระบอก ..... 25
รูปที่ 2.7 ตำแหน่งของข้าวเปลือกขณะเคลื่อนตัวบนตะแกรงโยก ..... 25
รูปที่ 2.8 เครื่องแยกแกลบแบบพัดลมดูด ..... 28
รูปที่ 2.9 การเคลื่อนที่ของข้าวกล้องและข้าวเปลือก ..... 29
รูปที่ 2.10 เครื่องคัดแยกแบบ Compartment separator type paddy machine ..... 30
รูปที่ 2.11 Abrasive action ..... 31
รูปที่ 2.12 ที่รับข้าวเปลือก-ทางส่งข้าวเปลือก ..... 33
รูปที่ 2.13 ตะแกรงร่อน ..... 33
รูปที่ 2.14 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ..... 34
รูปที่ 2.15 ตะแกรงเหลี่ยม ..... 34
รูปที่ 2.16 ตะแกรงโยก ..... 35
รูปที่ 2.17 ช่องปล่อยแกลบและช่องปล่อยรำหยาบ ..... 35
รูปที่ 2.18 เครื่องขัดข้าวขาว ..... 36
รูปที่ 2.19 ช่องปล่อยรำละเอียดและรำละเอียดที่ใส่กระสอบแล้ว ..... 37
รูปที่ 2.20 ตะแกรงกลม ..... 37
รูปที่ 2.21 หน้าแปลน ..... 38
รูปที่ 2.22 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลูกหินขัดสีกับปริมาณต้นข้าวและกากข้าวเปลือก ..... 40
รูปที่ 2.23 ตำแหน่งแท่งยางควบคุมการขัดสีและทิศทางการหมุนของลูกหิน ..... 41

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างแผนภูมิก้างปลา ..... 45
รูปที่ 2.25 เครื่องชั่ง ..... 46
รูปที่ 2.26 เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้น ..... 47
รูปที่ 2.27 แท่งอิเล็กโทรดแยก ..... 48
รูปที่ 2.28 แท่งอิเล็กโทรดร่วม ..... 49
รูปที่ 2.29 เครื่องบดอัดหรือบีบอัดเมล็ดพืช ..... 49
รูปที่ 2.30 ไดอิเล็กทริกของสารหรือค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ..... 50
รูปที่ 2.31 ตัวเก็บประจุสำหรับเทเมล็ดพืช ..... 50
รูปที่ 2.32 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ..... 51
รูปที่ 2.33 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ..... 52
รูปที่ 3.1 แผนภูมิการทำงานของโรงสีข้าว ..... 66
รูปที่ 3.2 การส่งกำลังโดยสายพานไปยังชุดกะเทาะข้าวเปลือก ..... 67
รูปที่ 3.3 แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดกะเทาะข้าวเปลือก ..... 67
รูปที่ 3.4 การส่งกำลังโดยสายพานชุดขัดขาว 1 ..... 68
รูปที่ 3.5 แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดขัดขาว 1 ..... 68
รูปที่ 3.6 การส่งกำลังโดยสายพานชุดขัดขาว 2 ..... 69
รูปที่ 3.7 แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดขัดขาว 2 ..... 69
รูปที่ 3.8 การส่งกำลังโดยสายพานเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง ..... 70
รูปที่ 3.9 แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง ..... 70
รูปที่ 3.10 ความสะอาดของข้าวเปลือก ..... 72
รูปที่ 3.11 การวัดความชื้นข้าวเปลือก ..... 72
รูปที่ 3.12 แผนภูมิก้างปลา ..... 78
รูปที่ 4.1 ป้ายโรงสีบ้านทองครึม ..... 80
รูปที่ 4.2 ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีบ้านทองครึม ..... 80
รูปที่ 4.3 เครื่องขัดขาว โรงสีบ้านทองครึม ..... 80

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.4 เครื่องคัดขนาดข้าวขนาดเล็ก โรงสีบ้านทองครึม ..... 81
รูปที่ 4.5 ป้ายโรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ..... 81
รูปที่ 4.6 โรงสีข้าว โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ..... 82
รูปที่ 4.7 เครื่องขัดขาว โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ..... 82
รูปที่ 4.8 ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ..... 82
รูปที่ 4.9 ป้ายโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ..... 83
รูปที่ 4.10 โรงสีข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ..... 83
รูปที่ 4.11 ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หั ..... 84
รูปที่ 4.12 เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ..... 84
รูปที่ 4.13 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ..... 84
รูปที่ 4.14 ป้ายโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 85
รูปที่ 4.15 โรงสีข้าว โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 85
รูปที่ 4.16 เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 86
รูปที่ 4.17 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ..... 86
รูปที่ 4.18 ป้ายโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ..... 87
รูปที่ 4.19 เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ..... 87
รูปที่ 4.20 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ..... 87
รูปที่ 4.21 ป้ายโรงสีโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ..... 88
รูปที่ 4.22 โรงสีข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ..... 88
รูปที่ 4.23 ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ..... 89
รูปที่ 4.24 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ..... 89
รูปที่ 4.25 ป้ายโรงสีโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ..... 90
รูปที่ 4.26 โรงสีข้าว โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ..... 90
รูปที่ 4.27 เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ..... 90
รูปที่ 4.28 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ..... 91

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.29 ป้ายโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 91
รูปที่ 4.30 โรงสีข้าว โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 92
รูปที่ 4.31 ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ..... 92
รูปที่ 4.32 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) ..... 104
รูปที่ 4.33 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) ..... 104
รูปที่ 4.34 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ..... 105
รูปที่ 4.35 แผนภูมิแท่งแสดงสมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) ..... 105
รูปที่ 4.36 แผนภูมิแท่งแสดงสมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) ..... 106
รูปที่ 4.37 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) ..... 106
รูปที่ 4.38 แผนภูมิแท่งแสดงจุดคุ้มทุน (ตันข้าวเปลือกต่อปี) ..... 114
รูปที่ 4.39 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาในการคืนทุน (ปี) ..... 114
รูปที่ 4.40 แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาของประสิทธิภาพการสีข้าว ..... 115
รูปที่ 4.41 แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาของประสิทธิผลของการสีข้าว ..... 116
รูปที่ 4.42 แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาร้อยละข้าวเต็มเมล็ด ..... 116
รูปที่ 4.43 แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาความดังของเสียง ..... 117
รูปที่ 4.44 ตรวจสอบเครื่องสีข้าวก่อนการปรับปรุง ..... 119
รูปที่ 4.45 เปลี่ยนลูกยางของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ..... 119
รูปที่ 4.46 ปรับระยะของลูกยางให้ได้มาตรฐานของลูกยางของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ..... 119
รูปที่ 4.47 เปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องขัดขาว ..... 120
รูปที่ 4.48 ให้ความรู้เรื่องการซ่อมแซมปรับตั้งอุปกรณ์ให้ได้มาตรฐานและการบำรุงรักษา ..... 120
รูปที่ 4.49 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซนต์) ..... 122
รูปที่ 4.50 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซนต์) ..... 122
รูปที่ 4.51 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซนต์) ..... 123
รูปที่ 4.52 แผนภูมิแท่งแสดงระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) ..... 123

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงสีข้าวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสารเพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคทั่วไป โดยประเทศไทยนับเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก ในปี พ.ศ. 2559 ไทยส่งออกข้าว 9.88 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท [1] จากนโนบายการถ่ายโอนอำนาจบริหารราชการสู่ท้องถิ่น โดยเฉพาะงบประมาณในการพัฒนาท้องถิ่น ทำให้มีโรงสีข้าวในชุมชนเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันโรงสีข้าวในชุมชนที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรประสบปัญหาต่างๆ หลายด้าน ทำให้การดำเนินงานไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร บางชุมชนประสบปัญหาขาดทุนไม่สามารถแบกรับภาระหนี้สิน และบางแห่งต้องการคืนโรงสีข้าวให้กับรัฐบาล ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่คณะกรรมการ ผู้จัดการ และผู้ปฏิบัติการสีข้าว ขาดความเข้าใจในการดำเนินงานธุรกิจการสีข้าว ซึ่งเป็นธุรกิจที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในการบริหารงาน ทั้งทางด้านการผลิต การเงิน และการตลาด จึงจะสามารถทำการผลิตข้าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนต่ำ ในกระบวนการสีข้าวปัจจัยการผลิตคือ ข้าวเปลือกมีความแปรปรวนอยู่มาก ผลผลิตที่ผลิตได้มีปัญหาด้านการตลาดอยู่ แต่ปัญหาสำคัญในโรงสีข้าวชุมชนคือ ยังไม่สามารถผลิตข้าวสารให้ได้คุณภาพและปริมาณที่ควรจะเป็นโดยในกระบวนการสีข้าวจะได้รับเนื้อข้าว (Rice recovery) อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำเพียง 630 กิโลกรัม ในขณะที่เกณฑ์มาตรฐานการผลิตควรได้รับ 680 กิโลกรัม จากการสีข้าวเปลือก 1,000 กิโลกรัม และได้รับปริมาณต้นข้าว (Head rice recovery) ค่อนข้างต่ำประมาณ 400 กิโลกรัม และคุณภาพของข้าวสารก็ด้วยโรงสีข้าวของภาคเอกชน รวมทั้งต้นทุนในการสีของโรงสีข้าวชุมชนสูงมากเนื่องจากมีกำลังการผลิตต่อปีต่ำและเกิดของเสียในการผลิตมาก ส่งผลให้การดำเนินงานไม่สามารถสร้างผลประโยชน์ให้กับโรงสีข้าวในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิผล

นอกจากนั้นโรงสีข้าวในชุมชนหลายแห่งยังมีปัญหาทางด้านการบริหารเงินทุนหมุนเวียนในการผลิตทำให้ไม่สามารถจัดหาวัตถุดิบได้เพียงพอต่อการผลิตตลอดทั้งปีส่งผลให้ไม่สามารถมีอำนาจการแข่งขันทางด้านการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดในการ

ศึกษาวิจัยกระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวในชุมชน โดยวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการสีข้าว สรรถนะการสีข้าวสาร ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด และปริมาณการขัดสี ตลอดจนวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสีข้าวระดับชุมชน โดยทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของชิ้นส่วนโรงสีข้าว

1.2.3 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าว

1.2.4 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าว

1.2.5 เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการสีข้าว

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

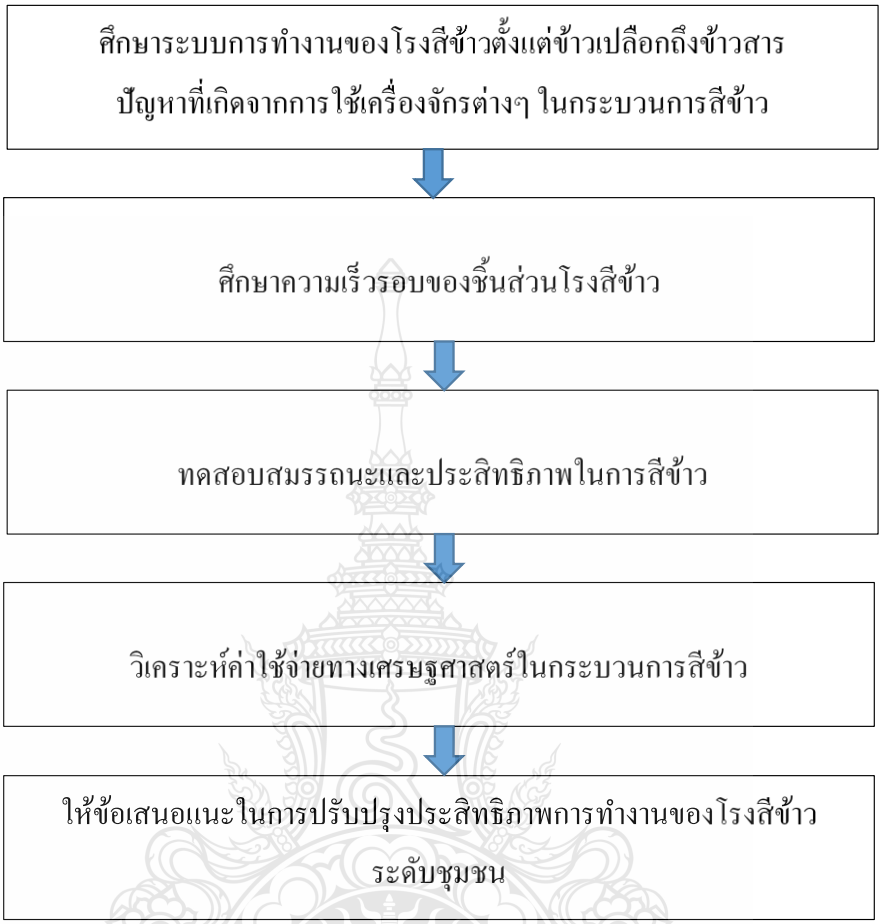
1.3.1 ศึกษาและสำรวจโรงสีข้าวระดับชุมชนกำลังการผลิตของโรงสีระดับชุมชน 2-4 ตันต่อวัน ในเขต จังหวัดอ่างทอง จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดราชบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดกรุงเทพมหานคร และจังหวัดนครนายก จำนวน 8 โรงสี

1.3.2 ศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลการสีข้าว ร้อยละการขัดสี ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด สมรรถนะการสีข้าว โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532

1.3.3 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องสีข้าว ได้แก่ จุดคุ้มทุน ระยะเวลาในการคืนทุน

1.3.4 ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อยกระดับโรงสีข้าวชุมชนต่อประธานโรงสีข้าว

## 1.4 ขั้นตอนการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย




**รูปที่ 1.1** กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของโรงสีข้าวชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการโรงสีข้าวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5.2 ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะ และประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าวชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องจักร ในกระบวนการสีข้าวอย่างเหมาะสม

1.5.3 ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสีข้าวชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการผลิตข้าว เพื่อลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการสีข้าว

1.5.4 ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการสีข้าว และยกระดับโรงสีข้าวให้มีมาตรฐานมากขึ้น

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

ในการที่จะทำวิทยานิพนธ์นั้นจำเป็นจะต้องทราบข้อมูลเอกสารหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้ดีก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ หรือทดสอบเพื่อพัฒนาจะได้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

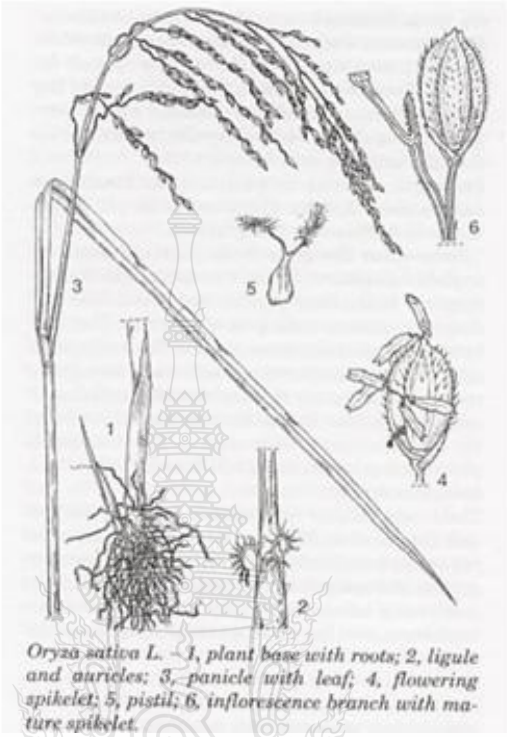
## 2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้าว

2.1.1 ข้าว

2.1.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชปีเดียว ความสูง 80-130 เซนติเมตร อาจมีความสูงได้ถึง 5 เมตร ในพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำซึ่งสามารถเจริญเติบโตในสภาพน้ำท่วม ระบบรากเป็นแบบรากฝอย มีรากพิเศษเจริญออกมาจากส่วนโคนของลำต้นแล้วหยั่งลงไปในดิน มีการเจริญของลำต้นแบบแตกเป็นกอ ลำต้นแต่ละลำมีข้อและปล้องชัดเจน จำนวนข้อของลำต้นขึ้นกับพันธุ์และฤดูกาลในการเติบโต แต่ละข้อมีใบหนึ่งใบอาจมีกิ่งสั้นๆ หรือรากพิเศษเจริญออกมาจากข้อของลำต้น ปล้องที่บริเวณโคนลำต้นมักเป็นปล้องสั้นๆและค่อยๆ ยืดยาวมากขึ้นเมื่อเจริญไปทางส่วนปลายลำต้น การเรียงใบแบบสลับ โดยเรียงเป็นสองแถวทางด้านข้างของลำต้น มีกาบใบหุ้มลำต้นซ้อนขึ้นไปเรื่อยๆ จนปกคลุมส่วนปล้องของลำต้นไว้มิดชิด ลิ้นใบมีลักษณะเป็นแผ่นรูปสามเหลี่ยม ยาว 1-1.5 เซนติเมตร มักแยกออกจากกัน พบเขี้ยวใบมีลักษณะเป็นเส้นหรือฟันเลื่อยยาวๆ เกิดขึ้นที่โคนของแผ่นใบ แผ่นใบยาว 24-60 เซนติเมตร กว้าง 0.6-2.2 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบจนถึงมีขนกระจายทั่วแผ่นใบ มักมีขนเล็กๆ คล้ายหนามที่ขอบของแผ่นใบ ช่อดอกเป็นแบบช่อแยกแขนง ยาว 9-40 เซนติเมตร ประกอบด้วย ช่อดอกย่อย 50-500 ช่อ ขึ้นกับพันธุ์ แต่ละช่อดอกย่อยที่อยู่ส่วนปลายสุดของช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยเพียง 1 ดอก มีกาบช่อย่อยขนาดเล็ก 2 กาบยาว 6-10 เซนติเมตร ห่อหุ้มทางด้านล่างของช่อดอกย่อย ในแต่ละดอกย่อยประกอบด้วย กาบล่าง(lemma) รูปเรือซึ่งอาจมีหาง(awn) ยาวถึง 15 เซนติเมตร และกาบบน(palea) ซึ่งมีหางสั้น มีเกสรเพศผู้ 6 อัน มีรังไข่ 1 อัน ส่วนปลายของเกสรเพศเมียแยกออกเป็น 2 แฉก และมีขนเป็นพู่ ดอกบานจากปลายช่อดอกสู่โคนช่อดอกที่นิยมเรียกว่า รวง ในเวลาเช้า เป็นพืชผสมตัวเอง ผลแบบธัญพืช(caryopsis หรือ grain) มีขนาด รูปร่าง และสีสันแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ผลยาว 5-7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2-3.5 มิลลิเมตร รูปร่างส่วนใหญ่มักเป็นรูปทรงคล้ายรูปไข่ รูปรี หรือ

ทรงกระบอก สีของกาบบนและกาบล่างหรือที่เรียกกว่าแกลบซึ่งห่อหุ้มผลนั้นพบว่ามีตั้งแต่สีเหลืองปนขาว จนถึงน้ำตาลและน้ำตาลดำ



*Oryza sativa L. – 1, plant base with roots; 2, ligule and auricles; 3, panicle with leaf; 4, flowering spikelet; 5, pistil; 6, inflorescence branch with mature spikelet.*

**รูปที่ 2.1** ลักษณะส่วนต่างๆ ของข้าว (Oryza sativa) [2]

1. ส่วนโคนของลำต้นที่มีรากเจริญออกมา
2. ลิ้นใบ(ligule) และเขี้ยวใบ(auricle)
3. ช่อดอกแบบแยกแขนง(panicle)
4. ดอกย่อย
5. ส่วนของเกสรเพศเมีย
6. ช่อดอกที่ดอกย่อยพัฒนาเป็นผลแก่แล้ว

**รูปที่ 2.2** ต้นข้าวที่งอกจากเมล็ดจะแตกแขนงเป็นกอใหญ่ออกมาจากตาข้างของลำต้น [2]

**รูปที่ 2.3** ช่อดอกแบบแยกแขนงของข้าวที่พร้อมผสมเกสร [2]

**รูปที่ 2.4** ช่อดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วมีการพัฒนาของรังไข่เป็นผลและเมล็ด [2]

**รูปที่ 2.5** ภาพเมล็ดซึ่งเจริญเติบโตบนช่อดอกที่เรียกว่ารวงกำลังสุกเหลืองใกล้ถึงเวลาเก็บเกี่ยว [2]

2.1.1.2 พันธุ์ของข้าว

- แบ่งตามลักษณะของเมล็ด
  - เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 15-30
  - เมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอมิโลเพคติน (Amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 5-7
- แบ่งตามนิเวศน์การปลูก
  - ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนนาน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน
  - ข้าวนาสวนนาน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี และอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนประมาณ 70% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด
  - ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง
  - ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability)

- ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร
- ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ
- ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

2.1.1.3 คุณค่าทางสารอาหารของข้าว

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในเมล็ดข้าวคิดเป็นกรัมต่อ 100 กรัม ของข้าวสารขาวและข้าวสารกล้อง ซึ่งเป็นส่วนที่นำมารับประทาน พบว่าประกอบด้วย น้ำ 12 กรัม โปรตีน 6.7-7.5 กรัม ไขมัน 0.4-1.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 77.4-80.4 กรัม เส้นใย 0.3-0.9 กรัม เถ้า 0.5-12 กรัม โดยพบว่า ข้าวสารขาวมีปริมาณโปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ไทอามิน ไรโบฟลาวิน และไนอาซิน ต่ำกว่าข้าวกล้อง

- รำข้าวอุดมด้วยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต
- แกลบมีน้ำหนักประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวเปลือก อุดมด้วยสารซิลิก้า
- ฟางข้าวหนัก 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 7 กรัม โปรตีน 3.4 กรัม ไขมัน 0.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 47.8 กรัม เส้นใย 33. 4 กรัม และเถ้า 7.5 กรัม(Vergara and De Datta, 1996)

คุณค่าทางอาหารของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับพันธุ์ของข้าว ซึ่งมีสัดส่วนของสารอาหารต่างๆ แตกต่างกัน สภาพแวดล้อมในการปลูก วิธีการที่ใช้ในการนวดข้าว การขัดสี และการนึ่งข้าวก่อนขัดสี

2.1.1.4 การนำข้าวมาใช้ประโยชน์

- ข้าวสารของข้าวเหนียวและข้าวเจ้าถูกนำมาบริโภคโดยการหุงหรือนึ่งให้สุกด้วยไอน้ำ แล้วรับประทานกับผัก ปลา เนื้อสัตว์ ที่นำมาปรุงเป็นกับข้าว นำมาทำขนมหวานชนิดต่างๆ เช่น ข้าวหลาม ข้าวเม่า ข้าวพอง ข้าวต้มมัด ข้าวเหนียวย่าง และนำมาผลิตเบียร์ ไวน์ และสุราสูตรต่างๆ
- แป้งที่บดได้จากเมล็ดข้าวเจ้าและข้าวเหนียวถูกนำมาใช้ในการประกอบอาหารจำพวก ขนมจีน เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ขนมปังแข็ง อาหารเด็ก อาหารสำเร็จรูป แป้งแช่แข็ง

อาหารรับประทานเล่น ของหวานและขนมต่างๆ รวมทั้งใช้เป็นส่วนผสมของขนมปัง แพนเค้ก วอฟเฟิล

- แป้งข้าวเหนียวถูกนำมาใช้ในการผลิตซอสขาว น้ำเกรวี่ และพุดดิ้ง ส่วนแป้งข้าวเจ้านั้นนอกจากใช้ทำอาหารประเภทต่างๆ ทั้งคาวและหวานแล้ว ยังใช้ทำแป้งสำหรับอัดกลีบเสื้อผ้า เครื่องสำอาง และเคลือบเส้นใย
- ปลายข้าวถูกนำมาใช้ในการผลิตแป้ง ทำโจ๊ก และอาหารเลี้ยงสัตว์
- รำข้าวถูกนำมาใช้ในการผลิตอาหารเสริมสุขภาพ อาหารเลี้ยงสัตว์จำพวก หมู เป็ด ไก่ และนำมาผสมกับอาหารอื่นๆ เพื่อเลี้ยงปลาและนก นอกจากนี้รำข้าวยังถูกนำมาผลิตน้ำมันรำข้าวสำหรับปรุงอาหาร ผลิตสบู่ เนยเทียม เครื่องสำอาง สารป้องกันสนิม สารป้องกันความชื้น สารเคลือบเงา สารเคลือบหนัง และยา แหล่งผลิตน้ำมันรำที่สำคัญของโลก คือ จีน อินเดีย ญี่ปุ่น เวียดนาม และไทย
- เมล็ดข้าวที่เริ่มพัฒนาเข้าสู่ระยะน้ำนมถูกนำมาตำแล้วคั้นน้ำ เพื่อทำเครื่องดื่มน้ำนมข้าวบำรุงสุขภาพ
- แกลบถูกนำมาใช้ทำเป็นเชื้อเพลิง วัสดุปลูกพืช สารดูดซับน้ำ ผสมวัสดุก่อสร้างและซีเมนต์ ทำวัสดุกรองน้ำ สกัดวิตามิน ยา สารพิษ และสารชีวภาพต่างๆ แกลบของข้าวเจ้ามีสารซิลิก้าอยู่เป็นปริมาณสูง ซึ่งมีการสกัดมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก้วและกระเบื้องเซรามิกส์ ถ้านำแกลบข้าวเจ้ามาอบที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จะได้สารซิลิก้าซึ่งนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นซิลิคอนรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ ในแผงเซลล์สุริยะ (solar cell)
- ถ่านแกลบสีดำที่ได้จากการเผาแกลบถูกนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชเนื่องจากดูดซับน้ำได้ดี และถูกนำมาใช้ทำวัสดุกรองน้ำ นอกจากนี้มีการใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ในการก่อสร้างเนื่องจากทนทานต่อกรดได้ดี
- ฟางข้าวหรือส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวรวงข้าวถูกนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ทำวัสดุปลูกพืช วัสดุเพาะเห็ดฟาง ทำปุ๋ยหมัก ใช้เป็นวัสดุคลุมแปลงปลูกผักที่ต้องการความชื้นสูง ทำกระดาษฟาง กระดานอัดจากฟางข้าว นำไปรองคอกสัตว์ นำไปอัดขายเป็นฟ่อน ๆ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร ใช้ทำหุ่นฟางรูปสัตว์ต่างๆ และหุ่นไล่กา และใช้รองพื้นป้องกันสินค้าที่แตกหักง่ายได้รับความกระทบกระเทือนน้อยลงขณะขนส่ง นอกจากนี้การไถกลบตอซังลงในนา ยังช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น และความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น
- ข้าวงอกซึ่งได้จากข้าวเปลือกแช่น้ำจนงอก ใช้รักษาไข้ร้อน อ่อนเพลีย

- ข้าวสารแช่น้ำตำเป็นแป้ง ใช้พอกแก้ฝี แก้บวม แก้ปวด
- รวงข้าว ใช้บีบคั้นน้ำนมจากเมล็ดมาผสมน้ำตาลเป็นยาบำรุงคนไข้อาการหนัก
- ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวมาจากรวงใหม่ๆ ใช้ต้มน้ำดื่ม แก้กระษัย
- รากข้าวจากต้นข้าวที่สูง 10 นิ้ว ใช้ประกอบยาแก้ซาง ตานขโมยเด็ก
- ซังข้าว คือต้นข้าวที่เก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวแล้ว ใช้เป็นยาขับระดู
- ข้าวไหม้หรือข้าวตัง ใช้ผสมยาตำพอกฝี ดูดหนองฝี
- ข้าวใหม่ ที่เพิ่งเก็บเกี่ยวนำมาหุงต้มกินเพื่อเจริญกำลัง
- ข้าวตากคั่ว คือข้าวหุงสุกตากแห้งแล้วนำมาคั่ว ใช้เป็นยาแก้โลหิต ขับระดู
- ข้าวไหม้ คือ ข้าวหุงสุกไหม้ติดก้นหม้อ นำมาใช้เป็นยาแก้ไข้ แก้พิษบาดแผล
- ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีหรือตำเอาแกลบออก กินบำรุงร่างกาย ป้องกันโรคเหน็บชา
- ข้าวสารคั่ว ใช้แช่น้ำดื่มบำรุงกำลัง หรือใช้ข้าวสารคั่วร้อนๆ ห่อผ้าประคบคนเป็นโรคลม หรือตกน้ำ
- ข้าวตอก คือข้าวเปลือกคั่วจนเมล็ดพองเปลือกแตกหลุด ใช้รับประทานบำรุงกำลัง
- ข้าวบูด คือ ข้าวสุกบูดเคล้ากับน้ำจนเหนียว ใช้พอกหัวดูดฝีหนอง
- ข้าวตังก้นหม้อ คือ ข้าวสุกแห้งกรังติดก้นหม้อ แก้กระหายน้ำ
- ข้าวกระยาคู คือ เมล็ดข้าวอ่อน ตำคั้นน้ำผสมน้ำนมวัว น้ำตาล และเตยหอม ใช้รับประทาน เป็นยาชูกำลัง แก้ไข้อ่อนเพลีย
- ข้าวเคี้ยว คือ ข้าวสุกที่เคี้ยวให้แหลก แล้วใช้ป้อนเด็กอ่อน

2.1.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการสีข้าว

กรรมวิธีการสีข้าว เป็นกระบวนการในการกะเทาะเปลือกออกจากข้าวเปลือก เพื่อให้ได้ข้าวสำหรับการบริโภค ซึ่งกระบวนการสีข้าวอาจใช้เครื่องทุ่นแรงง่าย ๆ เช่น ครกตำข้าว ไปจนถึงการใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยในการสีข้าว การใช้เครื่องจักรในการสีข้าว จำเป็นต้องออกแบบให้มีความเหมาะสม ปริมาณข้าวสารที่ได้จากกระบวนการสี รวมทั้งคุณภาพของข้าวสาร จะขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของเครื่องจักรที่ใช้ โรงสีข้าวที่ใช้เครื่องจักรที่มีความทันสมัย จะได้ปริมาณข้าวสารมากกว่าโรงสีข้าวที่ใช้เครื่องจักรแบบดั้งเดิม ประมาณ 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกัน จะได้ปริมาณข้าวสารเต็มเมล็ด (Head Yield) มากกว่า และมีความเสียหายน้อยกว่าด้วย ลักษณะการทำงานของโรงสีที่ดี จะประกอบด้วย :

• สีข้าวเปลือกได้ปริมาณข้าวสารสูง (Produce the maximum yield of edible rice)

• ข้าวสารที่ได้มีคุณภาพสูง (Obtain the best possible quality)

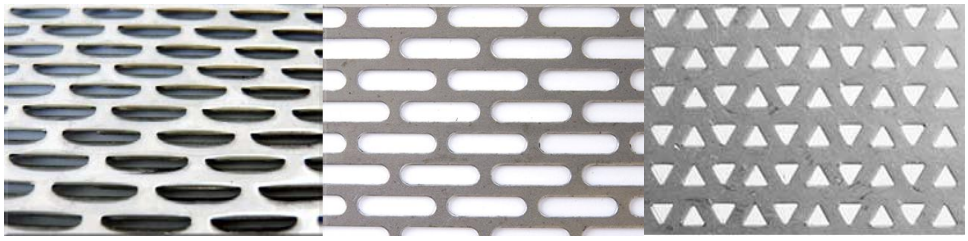
• มีความสูญเสียข้าวเปลือกน้อย (Minimize losses)

• ค่าใช้จ่ายในการสีข้าวต่ำ (Minimize the processing cost)

ในกลุ่มประเทศทางแถบเอเชีย ได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรที่มีคุณภาพสูง ในกระบวนการสีข้าว แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีตัวแปรอีกมากมายที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพของข้าว เช่น ความชื้นของข้าวเปลือก คุณภาพของข้าวเปลือก เป็นต้น ในการเก็บเกี่ยว ควรเริ่มทำการเก็บเกี่ยว เมื่อข้าวสุกสม่ำเสมอ และความชื้นของข้าวขณะเก็บเกี่ยว ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และในกระบวนการลดความชื้น ควรเป็นไปอย่างเหมาะสม ความชื้นในการเก็บรักษาข้าวเปลือก ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 13 – 14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก)

2.1.2.1 การทำความสะอาด และการคัดแยก (Paddy Cleaner and Sorting)

โดยปกติข้าวเปลือกจากเกษตรกรที่โรงสีได้รับ จะมีสิ่งอื่นๆเจือปนอยู่ เช่น เศษดิน หิน เศษฟางข้าว แกลบ วัชพืช เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องทำความสะอาด ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการกะเทาะเปลือก ซึ่งจะทำให้คุณภาพของข้าวสารที่กะเทาะได้ดีขึ้น สิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบากว่าข้าวเปลือกสามารถคัดแยกโดยใช้พัดลมทำความสะอาด ในขณะที่วัสดุเจือปนที่มีน้ำหนักมากกว่าข้าวเปลือกจะคัดแยกโดยการใช้ตะแกรง โยก สิ่งปลอมปนที่มีขนาดท่ากับเมล็ดข้าวเปลือก แต่มีน้ำหนักมากกว่าจะใช้วิธีการแยกด้วยความโน้มถ่วง (Specific gravity separator) ในขณะที่เศษเหล็กที่เจือปนในข้าวเปลือก จะใช้คุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กในการคัดแยก (Magnetic separtor) เมล็ดวัชพืช หรือสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งไม่สามารถคัดแยกได้ในขั้นตอนนี้ จะถูกคัดแยกในขั้นตอนต่อไป เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการทำความสะอาด ได้แก่ ตะแกรงโยกคู่ ( Double – sieve cleaner) ตะแกรงทำความสะอาดตัวเอง ( Self – cleaning sieve) เครื่องทำความสะอาดแบบพัดลมดูดจังหวะเดียว (Single action aspirator) เครื่องทำความสะอาดแบบพัดลมดูดสองจังหวะ (Double-action aspirator) เครื่องทำความสะอาดแบบทรงกระบอกคู่ (Double – drum precleaner) เครื่องทำความสะอาดแบบทรงกระบอกเดียว (Single – drum precleaner) เครื่องทำความสะอาดแบบแม่เหล็ก ( Magnetic separator)



**รูปที่ 2.6** ลักษณะรูปร่างของรูตะแกรงทรงกระบอก [3]

เมื่อข้าวเปลือกที่รับมาจากเกษตรกร ผ่านอุปกรณ์นี้ จะทำให้ข้าวเปลือกสะอาด แต่อาจมีวัสดุอื่นเจือปนเพียงเล็กน้อย ซึ่งปริมาณการเจือปนนี้ มีผลทำให้ปริมาณข้าวสารที่ได้ลดลง การทำงานของเครื่อง พัดลมจะทำหน้าที่แยกวัสดุที่มีน้ำหนักเบาเช่น แกลบ ฝุ่น ส่วนสิ่งเจือปนที่มีขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จะถูกคัดแยกโดยตะแกรงหมุนทรงกระบอก ซึ่งระบบการทำงานนี้ ได้รับการพัฒนาในประเทศญี่ปุ่น ลักษณะรูปร่างของรูตะแกรงทรงกระบอกแบ่งได้หลายประเภท เช่น สี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular) กลม (Round) รี (Oblong) และสามเหลี่ยม (Triangular) เป็นต้น โดยปกติ เครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก จะมีข้อจำกัดในการทำความสะอาด ไม่สามารถทำความสะอาดข้าวเปลือกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การทำความสะอาดขั้นต้น (Precleaning) จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นก่อนที่นำข้าวเปลือกเข้าเครื่องทำความสะอาด มิฉะนั้นอาจเกิดการอุดตันของแกลบ และฝุ่นผงในขณะทำงานได้

ตะแกรงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตะแกรงทรงกระบอกหมุน (Rotating screen) และตะแกรงโยก (Oscillating screen) เนื่องจากข้าวเปลือกจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของการสั่นตะแกรงโยก ดังนั้น การออกแบบตะแกรงที่ไม่ถูกต้อง จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องลดลง

**รูปที่ 2.7** ตำแหน่งของข้าวเปลือกขณะเคลื่อนตัวบนตะแกรงโยก [3]

เครื่องทำความสะอาดบางประเภท จะมีอุปกรณ์พิเศษ สำหรับคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดเดียวกับข้าวเปลือก แต่มีน้ำหนักต่างกัน โดยมีหลักการทำงาน คือ ลมจะไหลผ่านที่ด้านล่างของตะแกรงโยก ที่มีรูขนาดเล็ก สิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักมากกว่า (เศษหิน) จะเคลื่อนตัวลงล่าง ในขณะที่ข้าวเปลือกที่มีน้ำหนักน้อยกว่า จะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนตามแนวเอียงของตะแกรง ดังนั้นเศษหินจึงถูกแยกออกจากเมล็ดข้าวเปลือกได้

สำหรับ การคัดแยกสิ่งเจือปนที่เป็นเหล็ก ตะแกรงทำความสะอาดจะยึดติดด้วย แม่เหล็กคัดแยก ( Magnet) จากนั้นพวกเศษเหล็กจะถูกนำออกจากเครื่องเป็นช่วง ๆ ด้วยคน

การคัดแยก หมายถึง การคัดเอาวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะเหมือนกัน ออกจากวัสดุที่มีคุณลักษณะต่างกัน ตัวอย่างเช่น การทำความสะอาดข้าวเปลือก ซึ่งจะทำการแยกวัสดุสิ่งเจือปน เช่น เศษฟางออกจากข้าวเปลือก วัสดุพวกเศษฟางนี้เรียกว่า สิ่งเจือปน (Contaminations) ในขณะที่ข้าวเปลือกหรือวัสดุส่วนใหญ่ เรียกว่า ส่วนบริสุทธิ์ (Purity) คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดและการคัดแยกเมล็ดข้าว ได้แก่:

- ขนาด (Size)
- รูปร่างหรือลักษณะทางเรขาคณิตของผลผลิต (Shape or geometry of product)
- ความหนาแน่น (Density)
- ลักษณะของผิวสัมผัส (Surface texture)
- คุณสมบัติทางกลของวัสดุ (Mechanical properties)
- คุณลักษณะทางไฟฟ้าของวัสดุ (Electrical properties)
- คุณลักษณะอื่น ๆ เช่น น้ำหนัก สี สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เป็นต้น (Other miscellaneous items, such as weight, color, coefficient of friction)

2.1.2.2 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก (The hulling of paddy)

โดยให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุดต่อเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นรำ และไม่ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเกิดการแตกหักซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่อง การบำรุงรักษา และการปรับแต่งเครื่องจักร รวมทั้งคุณสมบัติของข้าวก่อนที่จะกะเทาะ เช่น การแตกร้าวภายในเมล็ด ซึ่งเป็นผลมาจากการเก็บเกี่ยวที่ล่าช้า หรือการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกไม่ดี

การออกแบบเครื่องกะเทาะในปัจจุบัน สามารถแบ่งแยกได้ออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

- อาศัยแรงกดและแรงเฉือน ทำให้แกลบหลุดออกจากเมล็ดข้าวเปลือก
- อาศัยแรงเหวี่ยงกระทบ ทำให้แกลบหลุด เนื่องจากการกระทบกับผิวสัมผัสที่เป็นพื้นยาง

• อาศัยแรงเสียดทาน ที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส ทำให้แกลบหลุดจากข้าวเปลือก

1. เครื่องกระเทาะแบบลูกยาง (Rubber roll huller)

สำหรับเมล็ดธัญพืช ซึ่งเปลือกไม่ได้ยึดติดกับส่วนที่เป็นเมล็ด การทำให้เปลือกแยกออกจากเมล็ด โดยใช้แรงเฉือน หรือแรงกดก็เพียงพอ โดยทั่วไปนิยมใช้พื้นผิวสัมผัสที่เป็นยางในการกะเทาะ

หลักการทำงาน : สำหรับเครื่องกะเทาะแบบลูกยางจะประกอบด้วยลูกยางกะเทาะ 2 ลูก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน หมุนในทิศทางที่ตรงข้ามกัน และออกแบบให้ความเร็วในการหมุนแตกต่างกัน ลูกยางกะเทาะซึ่งมีความเร็วรอบสูงกว่า จะยึดติดกับแบริ่งที่อยู่กับที่ ในขณะที่ลูกยางอีกลูกหนึ่งที่หมุนด้วยความเร็วรอบที่ต่ำกว่า จะยึดติดกับแบริ่งที่สามารถเลื่อนเข้า – ออก ได้ ดังนั้นระยะห่างระหว่างลูกยางทั้งสองจึงสามารถปรับตั้งได้

ในโรงสีข้าว ความเร็วในแนวสัมผัส (Peripheral speed) ของลูกยางลูกที่มีความเร็วรอบสูงจะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 – 17.5 เมตรต่อวินาที ในขณะที่ลูกยางที่มีความเร็วรอบต่ำกว่า จะมีความเร็วในแนวสัมผัสอยู่ระหว่าง 12.5 – 15 เมตรต่อวินาที ถ้าเพิ่มความเร็วสัมผัสให้มากขึ้น จะทำให้อัตราการกะเทาะสูงขึ้น แต่อาจทำให้ผิวสัมผัสหน้ายางสึกหรอเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนในระหว่างการทำงาน ทำให้การตั้งระยะห่างระหว่างลูกยางทั้งสองเกิดการผิดพลาดได้ โดยทั่วไปค่าความแตกต่างระหว่างความเร็วสัมผัสของลูกยางทั้งสอง ไม่ควรเกิน 2.5 เมตร ต่อวินาที ถ้าเกินจากค่านี้ จะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลง เมื่อลูกยางที่หมุนด้วยความเร็วรอบสูงกว่าเกิดการสึกหรอทำให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าลูกยางอีกลูกหนึ่ง ทำให้ค่าความเร็วสัมผัสของลูกยางทั้งสอง แตกต่างกันน้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลง ความแข็งของลูกยาง จะขึ้นกับอุณหภูมิของลูกยางขณะทำงาน ยิ่งอุณหภูมิขณะทำงานมีค่าสูง จะทำให้ยางอ่อนนุ่มลง การออกแบบระบบที่มีลมระบายความร้อนให้กับลูกยาง จะทำให้อัตราการสึกหรอลดลง

การกะเทาะเปลือกโดยใช้ลูกยาง ง่ายต่อการบำรุงรักษา เพราะเครื่องมือขนาดเล็ก ให้อัตราการกะเทาะสูง และมีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงเมล็ดเสียหายน้อย ในขณะที่ข้อเสียของเครื่อง กะเทาะชนิดนี้ คือ ลูกยางมีอัตราการสึกหรอสูง โดยเฉพาะเมื่อทำงานในฤดูร้อน อีกทั้ง ราคาของลูกยางสูง ประสิทธิภาพในการกะเทาะของเครื่องชนิดนี้ จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความเร็วรอบของลูกยางทั้งสอง ระยะห่างระหว่างลูกยาง ความแข็งของผิวสัมผัสหน้ายาง รวมทั้งความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก

2. เครื่องกะเทาะแบบโม่หินแนวนอน (Disc huller or Under – Runner disc huller)

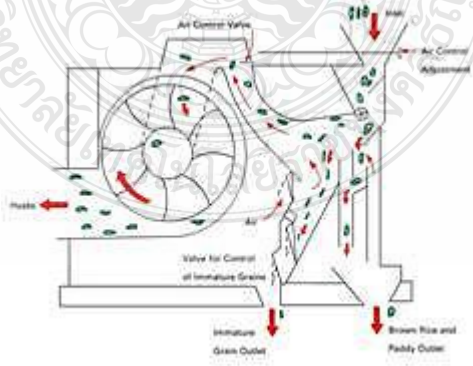
หลักการทำงาน : เครื่องกะเทาะชนิดนี้ใช้สำหรับการกะเทาะข้าวเปลือกและข้าวโอต และยังสามารถใช้กับข้าวฟ่างได้ด้วย ในระบบการทำงานนี้ ข้าวเปลือกจะไหลผ่านระหว่างแผ่นจานทั้งสอง ซึ่งระยะห่างระหว่างจานทั้งสองสามารถปรับตั้งได้ ที่ผิวของจานบนจะเคลือบด้วยวัสดุที่มีลักษณะหยาบ เช่น หินกากเพชร จานที่อยู่ด้านบนจะถูกยึดอยู่กับที่ ในขณะที่จานที่อยู่ด้านล่างจะขนานกับจานบน และสามารถหมุนได้ โดยอาศัยการถ่ายทอดกำลังจากเพลาที่หมุน

ข้าวเปลือกจะถูกป้อนเข้าที่ตรงกลางของจานด้านบนที่เป็นช่องป้อน เมล็ดที่ร่วงผ่านสู่จานล่าง จะถูกตั้งขึ้นด้วยแรงหมุน และเคลื่อนออกจากจุดศูนย์กลางด้วยแรงเหวี่ยง ผ่านส่วนของหินขัด ส่วนยอดของเมล็ดจะสัมผัสกับจานด้านบน ซึ่งจะกดเปลือกให้หลุดจากเมล็ดข้าวได้ ถ้าระยะห่างระหว่างจานบนและจานล่าง มากเกินกว่าความยาวของเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวเปลือก เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ จะไม่ก่อให้เกิดการกะเทาะ

3. เครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยงกระทบ (Impact huller or Centrifugal husker)

เครื่องกะเทาะเปลือกแบบอาศัยแรงเหวี่ยงกระทบ ทำให้เปลือกหลุดออกจากเมล็ดได้ ประกอบด้วย ถังป้อน (Hopper) จานหมุน (Acceleration disc) เป้ากระทบ (Impact plate) และฝาครอบ (Housing) ข้าวเปลือกจะถูกป้อนเข้าที่ตำแหน่งตรงกลางของจานหมุน ข้าวเปลือกจะหมุนไปตามทิศทางการหมุนของจาน และไปกระทบกับเป้ากระทบที่ทำจากยาง ทำให้เปลือกหลุดออกจากเมล็ดข้าวได้ มุมการกระทบของข้าวเปลือก อยู่ระหว่าง 30-45 องศา กับแนวระดับของจานหมุน ข้าวที่กะเทาะเปลือกออกแล้ว จะเคลื่อนที่โดยความเร็วของลมที่เกิดจากจานหมุน

2.1.2.3 การแยกแกลบ (Husk aspirator)




**รูปที่ 2.8** เครื่องแยกแกลบแบบพัดลมดูด [3]

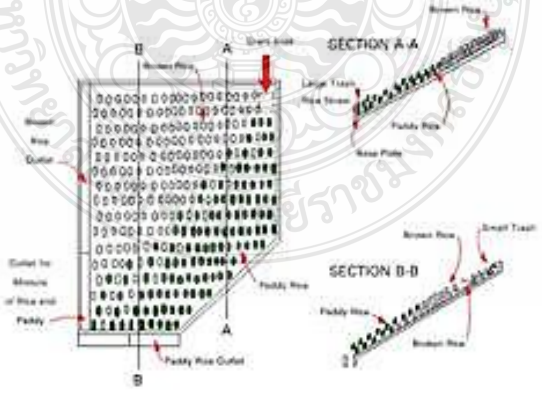
ข้าวเปลือกเมื่อผ่านกระบวนการกะเทาะเปลือกออกแล้ว จะได้ส่วนผสมของข้าวกล้องกับข้าวเปลือก แกลบ ฝุ่น รำ และเมล็ดข้าวที่แตกหัก ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแยกแกลบได้แก่ พัดลม ซึ่งสร้างอัตราการไหลของอากาศให้สามารถแยกแกลบออกจาก ส่วนผสมของข้าวเปลือกกับข้าวกล้องได้ดังภาพ ความหนาแน่นของข้าวเปลือกที่ต้องการแยก จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของอากาศที่ใช้ในการคัดแยก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมการไหลของข้าวและอัตราการไหลของอากาศ เพื่อให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุด เมื่อแกลบ ข้าวกล้องและข้าวเปลือกตกมายังบริเวณที่มีลมดูดผ่าน จะมีการแยกตัวเกิดขึ้น เนื่องจากแรงต้านการปะทะของลม ซึ่งแรงต้านของวัสดุส่วนผสมต่างๆ เหล่านี้ จะแปรผันตาม ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก ลักษณะของผิวสัมผัส รวมทั้งตำแหน่งของวัสดุ เมื่อความเร็วของลม มีค่ามากกว่า ความเร็วของแกลบ จะทำให้แกลบถูกดูดไปตามทิศทางของลม ในขณะที่วัสดุที่มีความเร็วมากกว่าความเร็วลม จะเคลื่อนที่ตกลงมา

2.1.2.4 การแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก ( Paddy separator)

วัตถุประสงค์ของการใช้เครื่องคัดแยก คือ เพื่อทำการแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก จากส่วนผสมระหว่างข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ได้จากเครื่องกะเทาะ หลักการในการคัดแยก คือ อาศัยคุณสมบัติความแตกต่างระหว่างข้าวกล้อง และข้าวเปลือก เช่น น้ำหนักจำเพาะ แรงลอยตัว ขนาดและผิวสัมผัส

ชนิดของเครื่องคัดแยก

- Try type paddy separator Compartment type paddy separator
- Compartment type paddy separator




**รูปที่ 2.9** การเคลื่อนที่ของข้าวกล้องและข้าวเปลือก [3]

ภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวเปลือก แบบถาด (Tray type paddy separator) ซึ่งระบบนี้จะประกอบด้วยถาดจำนวน 4-7 ถาด วางในตำแหน่งเอียง ความเอียงด้านหน้าจะยึดอยู่กับที่ แต่ถาดด้านหลังสามารถปรับตำแหน่งความเอียงของถาดได้ เพลาขับแบบเยื้องศูนย์ (Essentric driving crank) จะถ่ายทอดกำลังมายังถาดคัดแยก ดังนั้น ถาดคัดแยกจะเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา โดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ข้าวกล้องมีน้ำหนักเบากว่า จะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ในขณะที่ข้าวเปลือกที่มีน้ำหนักจำเพาะสูงกว่าจะเคลื่อนที่ลงด้านล่าง ข้าวกล้องที่รวบรวมที่ด้านบนของถาด จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องขัดขาวต่อไป ในขณะที่ข้าวเปลือก จะถูกลำเลียงไปกะเทาะเปลือกใหม่อีกครั้งหนึ่ง ภาพด้านล่างแสดงเครื่องคัดแยกแบบ Compartment separator type paddy machine

**รูปที่ 2.10** เครื่องคัดแยกแบบ Compartment separator type paddy machine [3]

2.1.2.5 เครื่องขัดขาวและขัดเงา (The whitening and polishing of rice)

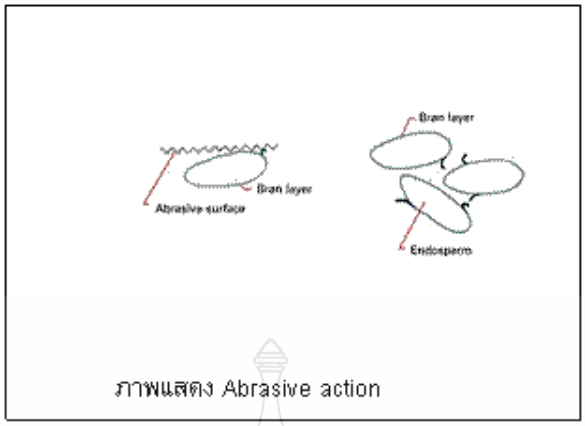
Whitening : การขัดขาว หมายถึง การขัดเอาชั้นของรำ ( Bran) ออกจากข้าวกล้อง

Polishing : การขัดมัน หมายถึง ขัดส่วนของรำที่ยังเกาะติดกับข้าวให้หลุดออกจากข้าว จนมีลักษณะใส

1. หลักการทำงานของเครื่องขัดขาว ( Principles of whitening)

• ความหยาบของพื้นผิวสัมผัส (Abrasive action): อาศัยหลักการนี้ ชั้นของรำจะถูกขัดออกโดยการเสียดสีของพื้นผิวที่มีลักษณะหยาบ (Abrasive surface)

• ความเสียดทาน (Friction action): เมล็ดข้าวจะเสียดสีกันเอง ทำให้เกิดความดันขึ้นประมาณ 2 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร




**รูปที่ 2.11** Abrasive action [3]

ประเภทของเครื่องขัดขาว

- Horizontal Jet – air friction type whitener
- The horizontal abrasive type whitening machine
- The vertical abrasive type whitening machine

ประเภทของเครื่องขัดมัน

- The horizontal polisher
- The vertical cone type polisher

2. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องขัดขาว

การออกแบบกลไก ( Mechanical factors)

- อัตราการป้อน ความดัน
- รอบการทำงานของเพลาลูกกลิ้ง
- ชนิดของตะแกรง
- การออกแบบพื้นผิวสัมผัสของตะแกรง
- ระยะห่างระหว่างตะแกรงและลูกกลิ้ง
- อัตราการไหลของอากาศ

องค์ประกอบในขั้นตอนการทำงาน

- ความดันที่ใช้ จำนวนรอบการทำงาน จะมีผลต่อ สมรรถนะการทำงาน คุณภาพของข้าวและปริมาณเนื้อข้าว

ลักษณะของเมล็ด

- ความชื้นของข้าว (14 %)
- คุณลักษณะทางกายภาพของข้าว
- ช่วงของการเก็บรักษา
- กรรมวิธีการลดความชื้น มีการแตกร้าวของเมล็ด

2.1.2.6 เครื่องคัดขนาดข้าว (Rice grader)

เครื่องคัดขนาดข้าว ทำหน้าที่ในการคัดแยกข้าวสารที่เป็นต้นข้าว (Head rice) ออกจากปลายข้าว (Broken rice) มีหลายแบบ เช่น แบบตะแกรง แบบทรงกระบอกหมุน ซึ่งการคัดแยกทำได้ยาก ถ้าขนาดของข้าวเมล็ดเต็ม และข้าวหักมีขนาดใกล้เคียงกัน สำหรับเครื่องคัดแยกแบบทรงกระบอกหมุน ความเร็วรอบที่ใช้ในการคัดแยก อยู่ในช่วงระหว่าง 30 – 40 รอบต่อนาที ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมอยู่ระหว่าง 2 – 8 มิลลิเมตร เมื่อป้อนส่วนผสมระหว่างต้นข้าว และปลายข้าวเข้าสู่เครื่องคัดขนาดแบบทรงกระบอก ปลายข้าวที่มีขนาดเล็กจะตกลงไปในหลุม ในขณะที่ข้าวเมล็ดเต็ม ไม่สามารถลงหลุมได้ จะเคลื่อนที่อยู่ภายในทรงกระบอก แล้วไหลไปตามความเอียงของทรงกระบอก ไปตามทางออกของข้าวเมล็ดเต็ม ส่วนข้าวที่มีขนาดสั้น จะอยู่ในหลุมเพียงชั่วระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อถึงระดับตำแหน่งหนึ่ง ปลายข้าวจะหลุดออกจากหลุม ไปสู่ถาดรองรับข้าวเมล็ดสั้น

2.1.3 โรงสีข้าว

หมายถึง สถานที่สีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารด้วยเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งโรงสีข้าวตามประเภทการใช้เชื้อเพลิงออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) โรงสีที่ใช้หม้อไอน้ำ ใช้แกลบจากการสีข้าวเป็นเชื้อเพลิง
2) โรงสีไฟฟ้า ใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์
3) โรงสีที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ในปัจจุบันนี้โรงสีข้าวระบบน้ำมันดีเซลจะไม่ค่อยมีให้เห็นแล้วเนื่องจากราคาน้ำมันแพงขึ้นมากและระบบหม้อไอน้ำก็เลิกใช้แล้วเช่นกันเพราะก่อมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมากและมีกระบวนการที่ยุ่งยากที่นิยมสุดในตอนนี้คือระบบไฟฟ้าเพราะมีกระบวนการที่ง่ายและต้นทุนถูก

2.1.3.1 ขั้นตอนการทำงานของโรงสี

1. นำข้าวที่ได้รับจากชาวนาเข้าตะแกรงร่อนเพื่อนำสิ่งเจือปนออก ได้แก่ ฟางข้าว เศษดิน เศษหิน และฝุ่นละออง

**รูปที่ 2.12** ที่รับข้าวเปลือก-ทางส่งข้าวเปลือก [4]

**รูปที่ 2.13** ตะแกรงร่อน [4]

2. นำเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวเปลือก ซึ่งจะมีลูกยางกลม 2 ลูก หมุนอยู่เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านร่องระหว่างลูกกลมยาว 2 ลูกนี้ จะถูกแรงเสียดสีของลูกยาง ทำให้เปลือกข้าวหลุดออก

**รูปที่ 2.14** เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก [4]

3. จากเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก จะได้แกลบข้าวกล้อง และข้าวเปลือกส่วนที่ยังไม่ถูกกะเทาะเปลือกผ่านต่อไปยังตะแกรงเหลี่ยม ซึ่งมีแผ่นตะแกรงทำการร่อน แยกแกลบ ข้าวเปลือกและข้าวกล้องออกจากกัน

**รูปที่ 2.15** ตะแกรงเหลี่ยม [4]

4. ข้าวเปลือกจะย้อนกลับไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกใหม่ ข้าวกล้องจะผ่านไปตะแกรงโยกเพื่อทำการคัดข้าวเปลือกที่ยังมีผสมไปกับข้าวกล้องออกให้เหลือแต่ข้าวกล้องล้วน ๆ

**รูปที่ 2.16** ตะแกรงโยก [4]

5. และแกลบที่ร่อนออกจากตะแกรงจะดูดพัดลมดูดไปไว้ต่างหาก ขณะเดียวกันพัดลมจะดูดเศษข้าวกล้องละเอียด หรือจมูกข้าวรวมทั้งแกลบละเอียดที่เกิดจากการกะเทาะเปลือกข้าวเปลือก ไปไว้ยังอีกทางหนึ่ง ส่วนนี้เรียกว่า รำหยาบ

**รูปที่ 2.17** ช่องปล่อยแกลบและช่องปล่อยรำหยาบ [4]

6. ตะแกรงโยก มีหน้าที่คัดข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง ในตะแกรงโยกมีแผ่นเหล็กบางๆ วางกั้นเป็นช่องๆ สลับฟันปลา ตะแกรงโยกจะเดินหน้า ถอยหลังตลอดเวลา ข้าวเปลือกและข้าวกล้องจะถูกคัดแยกไปคนละทาง ข้าวเปลือกจะย้อนกลับไปเข้าเครื่องกะเทาะใหม่ ส่วนข้าวกล้องจะผ่านไปสู่หินขันข้าวเปลือก และหินขัดข้าวขาวต่อไป

**รูปที่ 2.18** เครื่องขัดข้าวขาว [4]

7. หินขัดข้าวกล้องและหินขัดข้าวขาว มีลักษณะเป็นเหล็กทรงลูกข่าง มีหินกากเพชรผสมปูนพอกไว้โดยรอบ ตั้งบนแกนที่หมุนได้ ผนังที่หุ้มหินขัดข้าว จะมียางเป็นท่อน ๆ เรียกยางขัดข้าว วางอยู่เป็นประจำ ข้าวกล้องจะผ่านช่องว่างระหว่างหินขัดข้าวและยางขัดข้าว ในขณะที่หินขัดข้าวหมุนอยู่ตลอด ข้าวกล้องจะถูกขัดจนขาว โดยผ่านหินขัดข้าว 2 ครั้ง คือ หินขัดข้าวกล้อง และหินขัดข้าวขาว

8. ที่ผนังหุ้มหินขัดข้าวกล้อง และหินขัดข้าวขาวจะมีช่องให้พัดลมดูดผิวของเมล็ดข้าวกล้องที่ถูกขัดออกไป ส่วนนี้เรียกว่า รำละเอียด

**รูปที่ 2.19** ช่องปล่อยรำละเอียดและรำละเอียดที่ใส่กระสอบแล้ว [4]

9. ข้าวขาวที่ออกจากหินขัดข้าว จะเป็น ต้นข้าว ข้าวหัก และ ปลายข้าว รวมกัน จะต้องนำไปผ่านตะแกรงเหลี่ยม และตะแกรงกลม เพื่อคัดออกมาเป็นชนิดข้าวตามต้องการต่อไป

**รูปที่ 2.20** ตะแกรงกลม [4]

10. ตะแกรงเหลี่ยม ที่จะคัดต้นข้าว และปลายข้าวนี้ ประกอบด้วยแผ่นตะแกรงซ้อนกัน หลายแผ่น แต่ละแผ่นจะมีรูตะแกรงขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อให้ข้าวแต่ละชนิดผ่านได้และผ่านไม่ได้ ตัวตะแกรงเหลี่ยมจะเขย่าตลอดเวลาที่ทำงาน

11. ตะแกรงกลมที่ลักษณะเป็นแผ่นเหล็กม้วนกลม หมุนตลอดเวลาที่ทำงาน ผิวแผ่นเหล็กด้านในมีผิวนูนกลมเล็กๆจำนวนมาก เพื่อให้เมล็ดข้าวที่หักที่เล็กเกาะอยู่ ขณะที่ปล่อยให้เมล็ดใหญ่กว่าผ่านไปได้และไปสู่หน้าแปลนที่ไว้สำหรับปล่อยข้าวสาร เป็นอันจบกระบวนการสีข้าว

**รูปที่ 2.21** หน้าแปลนของเครื่องขัดขาว [4]

2.1.3.2 ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากโรงสี

มูลฝอยและสิ่งปฏิกูล อยู่ในรูปของสิ่งเจือปนในข้าวเปลือก เช่นวัชพืช หญ้าฟาง เป็นต้น มูลฝอยอื่นที่พบรองลงมาได้แก่พลาสติก กระดาษ เศษอาหาร ที่เกิดจากคนงานในโรงงาน หากทางโรงสีไม่มีมาตรการในการจัดเก็บหรือกำจัดอาจจะก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น เหตุรำคาญจากนก หนู แมลงและแหล่งเพาะพันธุ์พาหนะนำโรครวมถึงปัญหาด้านกลิ่นและการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอย

2.1.3.3 มลพิษทางอากาศ แบ่งออกได้ 2 ประเภท

คือ ฝุ่น ละอองที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการสีข้าวบริเวณลานตากข้าวเปลือกและการขนส่งผลิตภัณฑ์ฝุ่นที่เกิดขึ้นจะทำให้ผู้ที่ได้รับฝุ่นมีสมรรถภาพปอดลดลงเกิดการระคายเคืองของเยื่อบุตาและผิวหนังอีกประเภท คือ ก๊าซที่เกิดการเผาไหม้ กรณีโรงสีที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและโรงสีที่ใช้หม้อน้ำที่มีการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงดังกล่าวเมื่อเผาไหม้จะก่อให้เกิดมลสารในอากาศหรือไอเสียได้แก่ ควันที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบฝุ่นที่เป็นอนุภาคของแข็งลอยตัวอยู่ในอากาศ นอกจากนี้การเผาไหม้ยังก่อให้เกิดไอระเหยรวมถึงก๊าซ

และสารประกอบ ได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อได้รับจะทำให้เกิดการวิงเวียนศีรษะ หน้ามืดตาลาย แสบจมูกและอาจทำให้เกิดโรคปอดได้

2.1.3.4 น้ำเสียและกลิ่นเหม็น

โรงสีข้าวนึ่งที่ใช้ไอน้ำในการนึ่งข้าวจะก่อให้เกิดน้ำเสียและมีกลิ่นเหม็น สำหรับน้ำเสียที่สามารถเกิดขึ้นได้อีกทางหนึ่งคือ เกิดจากผงรำข้าวที่ตกลงตามพื้นและถูกชะล้างโดยน้ำฝนทำให้เกิดเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็นเสียงดังเกิดจากกิจกรรมภายในโรงสีที่ก่อให้เกิดเสียงดังมาก ได้แก่เครื่องกะเทาะ เครื่องแยก และเครื่องขัดข้าวเมื่อได้รับเสียงดังมากๆ เป็นเวลาติดต่อกันอาจทำให้เกิดอาการหูตึงหรือหูหนวกอันตรายต่อสุขภาพทั่วไปและจิตใจ รบกวนการนอนหลับ รบกวนการทำงานและประสิทธิภาพความถูกต้องของงานสูญเสียไป

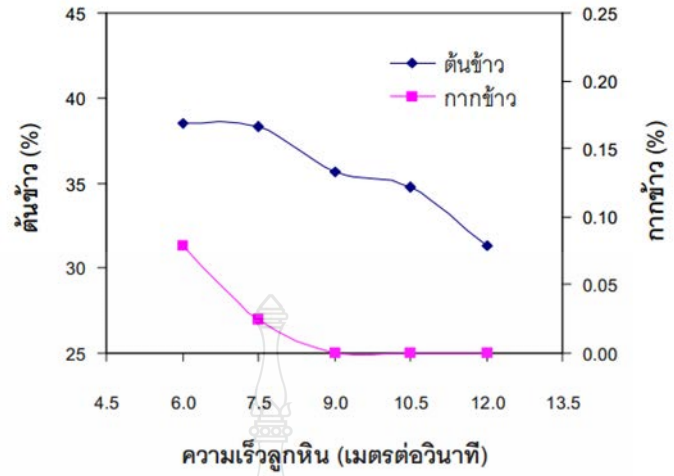
2.1.4 โรงสีข้าวระดับชุมชน

เครื่องสีข้าวขนาดเล็กการทดสอบต้นแบบเครื่องสีข้าวแบบลูกหิน

การทดสอบมีจุดประสงค์เพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมของลูกหินขัดสี ศึกษาผล กระทบของจำนวนและตำแหน่งของแท่งยางควบคุมการขัดสี และหาประสิทธิภาพการขัดสีและความสามารถในการทำงานของเครื่องสี ข้าวต้นแบบผลการทดสอบได้ดังนี้

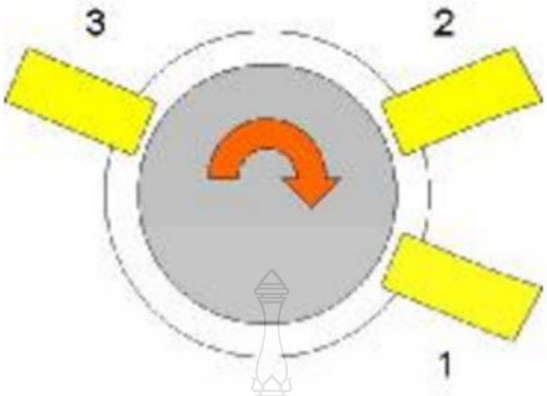
ข้าวเปลือกที่ความเร็วต่างกัน 5 ระดับคือ 6.0,7.5,9.0,10.5 และ 12.0 เมตรต่อวินาที ผลปรากฏว่า เมื่อระดับความเร็วลูกหินเพิ่มขึ้นปริมาณต้น ข้าวมี แนวโน้มลดลงจาก 38.5% เหลือ 31.3% ที่ระดับความเร็วลูกหินต่ำมี กากข้าวเปลือกปนในข้าวสาร เมื่อระดับความเร็วลูกหินเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 9 เมตรต่อวินาที ขึ้นไปไม่พบกากข้าวเปลือกปนในข้าวสาร ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นตามระดับความเร็วของลูกหิน เมื่อพิจารณาทั้ง ด้านคุณภาพข้าวสาร ได้แก่ ปริมาณต้นข้าว ปริมาณกากข้าวเปลือกความ

สม่ำเสมอของการขัดสี และความสามารถในการทำงาน พอกล่าวได้ว่าระดับความเร็วของลูกหินขัดสีที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 9 เมตรต่อวิ นาที โดยได้ต้นข้าวเฉลี่ย 35.7%




**รูปที่ 2.22** ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลูกหินขัดสีกับปริมาณต้นข้าวและกากข้าวเปลือก [5]

การทดลองศึกษาผลกระทบของจำนวน และตำแหน่งของแท่งยางควบคุมการขัดสี โดยเปรียบเทียบการใช้แท่งยางควบคุมการขัดสี 4 ลักษณะ คือ ก) ใช้แท่งยาง 1-2- 3 ข) ใช้แท่งยาง 1-2 ค) ใช้แท่งยาง 1-3 และ ง) ใช้แท่งยาง 1 ตำแหน่งของแท่งยางควบคุมการขัดสี แสดงในรูปที่ 5 ทำการทดลองสี ข้าวเปลือกที่ ความเร็วของลูกหินขัดสี 9 เมตรต่อวินาที ปรับระยะระหว่างแท่งยางและลูกหินเท่ากัน ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 พบว่าการใช้แท่งยางควบคุมการขัดสี 3 แท่งได้ปริมาณต้นข้าวเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 36.5% และรวมทั้งมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ไม่มีกากข้าวเปลือกปะปนในข้าวสารมีกากข้าวเปลือกปนในข้าวสารมากที่สุดในตัวอย่างที่ใช้ ยาง 1 แท่ง เมื่อเปรียบเทียบผลการใช้ยางสีข้าว 2 แท่ง พบว่าแท่งยางตำแหน่ง 1-2 มี ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงกว่าและมีกากข้าวเปลือกปนในข้าวสารต่ำกว่าตำแหน่ง 1-3 ขณะที่ได้ ปริมาณต้นข้าวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ แท่งยางควบคุมการขัดสี 3 แท่ง ตำแหน่ง 1-2- 3 กับการใช้ แท่งยาง 2 แท่ง ตำแหน่ง 1-2 โดยทำการปรับยางสี ข้าวจนไม่มีกากข้าวปนในข้าวสารผลปรากฏว่า การใช้แท่งยาง 2 แท่งสามารถปรับการขัดสีจนไม่มีกากข้าวเปลือกปนในข้าวสารได้ แต่มีผลทำให้ข้าวหักเพิ่มขึ้น โดยได้ต้นข้าว 37.1% ขณะที่การใช้แท่งยางควบคุมการขัดสี 3 แท่งได้ต้นข้าวสู งกว่าคือ 39.3% การใช้ แท่งยาง 2 แท่งมีอัตราการทำงานสูงกว่าการใช้แท่งยาง 3 แท่งคือ 75 และ 65 กก./ชม. ดังนั้นต้นแบบลูกหินจึงเลือกใช้แท่งยาง 3 แท่ง




**รูปที่ 2.23** ตำแหน่งแท่งยางควบคุมการขัดสีและทิศทางการหมุนของลูกหิน [5]

**ตารางที่ 2.1** ผลการทดสอบเปรียบเทียบจำนวนและตำแหน่งของแท่งยางควบคุมการขัดสี [5]

| แท่งยาง | ความเร็ว (ม./วินาที) | ข้าวสาร (%) | ต้นข้าว (%) | กากข้าว (%) | ความสามารถ (กก./ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1-2-3** | 9.0 | 62.4 | 36.5 | 0.00 | 58.5 |
| **1-2** | 9.0 | 61.9 | 37.4 | 0.17 | 42.4 |
| **1** | 9.0 | 65.4 | 38.0 | 4.24 | 47.7 |
| **1-3** | 9.0 | 62.5 | 37.5 | 0.61 | 61.9 |
| **1-2-3** | 9.0 | 62.0 | 39.3 | 0.00 | 64.6 |
| **1-2*** | 9.0 | 62.1 | 37.1 | 0.03 | 74.6 |

การทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องสีข้าวต้นแบบ โดยทำการติดตั้งต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด3 แรงม้า 220 โวลต์ 15.5 แอมแปร์ เข้ากับเครื่องสีข้าวต้นแบบวัดความเร็วของส่วนประกอบต่างๆ ขณะไม่มี ภาระได้ดังนี้คือลูกหินขัดสี 1,106 รอบต่อนาที (9.5 เมตรต่อวินาที ) พัดลมดูดแกลบและพัดลมดูดรำ 3440 รอบต่อนาที และตะแกรงคัดปลายข้าว412 รอบต่อนาที ผลการทดสอบสีข้าวเปลือกไม่ทราบพันธุ์ พบว่ามี ความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 85 กก./ชม. ได้ต้นข้าว 37.6% และรำ 17.6% (ตารางที่4) ภายหลังได้ปรับปรุงห้องรำและทำการทดสอบสีข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้ ต้นข้าว 48.1% และรำเพิ่มขึ้นเป็น 28%

**ตารางที่ 2.2** ผลทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องสีข้าวต้นแบบ [5]

| พันธุ์ข้าว | ความเร็ว (ม./วินาที) | ข้าวสาร (%) | ต้นข้าว (%) | กากข้าว (%) | รำ (%) | ความสามารถ (กก./ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | 9.5 | 61.9 | 37.6 | 0.00 | 17.6 | 85 |
| **ขาวดอกมะลิ 105** | 9.5 | 65.2 | 48.1 | 0.00 | 28.0 | 87 |

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขัดสีตัวอย่างข้าวเปลือกด้วยเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าวจากจังหวัดยโสธรซึ่งเป็นแบบลูกหินเดี่ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 145 มม. ยาว 240 มม. หมุนอยู่ภายในเสื้อลูกหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 154 มม. ยาว 250 มม. มีแท่งยางปรับการขัดสีขนาด 50x63x 225 มม. จำนวน 2 แท่ง ต้นกำลังมอเตอร์ ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ลูกหินขัดสีหมุน ด้วยความเร็ว 715 รอบต่อนาทีหรือ 5.6 เมตรต่อวินาที ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่ได้จากการขัดสีด้วยเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าวยโสธรใกล้เคียงกันแต่ข้าวสารที่ ได้ จากลูกหินขัดสี ต้นแบบมีความขาวมากกว่าและสม่ำเสมอกว่า ลูกหินขัดสีต้นแบบและเครื่องสีข้าวยโสธรมีความสามารถในการสีข้าวเปลือก 85 และ 51 กก./ชม.

**ตารางที่ 2.3** เปรียบเทียบผลการขัดสีตัวอย่างข้าวเปลือกด้วยเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าวจังหวัดยโสธร[5]

| แบบเครื่องสี | ความเร็ว (ม./วินาที) | ข้าวสาร (%) | ต้นข้าว (%) | รำ (%) | ความสามารถ (กก./ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| **ต้นแบบ** | 9.5 | 62.7 | 34.7 | 18.1 | 85 |
| **ยโสธร** | 5.4 | 61.2 | 34.5 | 24.3 | 51 |

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขัดสีตัวอย่างข้าวเปลือกด้วยเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสี ข้าวจากจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นแบบกะเทาะเปลือกด้วยลูกยางและขัดขาวด้วยลูกขัดสี แบบแกนโลหะ ใช้มอเตอร์ ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้าเป็นต้นกำลังผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องต้นแบบได้ ปริมาณต้นข้าวและรำสูงกว่าเครื่องสีข้าวฉะเชิงเทราอย่างมีนัยสำคัญ รำที่ได้จากเครื่องต้นแบบมีลักษณะของรำปนแกลบป่นปนอยู่ ส่วนรำที่ได้จากเครื่องสีข้าวฉะเชิงเทราเป็นรำละเอียดมีแกลบป่นปนเล็กอยู่เครื่องต้น แบบมีความสามารถในการทำงานต่ำกว่าเครื่องสีข้าวฉะเชิงเทรา

**ตารางที่ 2.4** เปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องสีข้าวต้นแบบกับเครื่องสีข้าวจังหวัดฉะเชิงเทรา [5]

| แบบเครื่องสี | พันธุ์ข้าว | ข้าวสารรวม (%) | ต้นข้าว (%) | รำ (%) | ระดับการสี[1] (%) | ความสามารถ (กก./ชม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ต้นแบบ** | ชัยนาท 1 | 66.7 | 47.6 | 25.4 | 7.9 | 70.5 |
| **ฉะเชิงเทรา** | ชัยนาท 1 | 64.9 | 39.6 | 11.3 | 4.8 | 215.6 |
| **ห้องปฏิบัติการ[2]** | ชัยนาท 1 | 62.6 | 43.6 | - | 10.5 | - |
| **ต้นแบบ** | ขาวดอมมะลิ 105 | 65.7 | 46.3 | 22.6 | 11.3 | 63.4 |
| **ฉะเชิงเทรา** | ขาวดอมมะลิ 105 | 66.1 | 37.4 | 11.9 | 7.2 | 205.8 |
| **ห้องปฏิบัติการ[2]** | ขาวดอมมะลิ 105 | 65.2 | 49.0 | - | 11.0 | - |

2.2.5 ทฤษฎีแผนภูมิก้างปลา

แผนภูมิก้างปลา เป็นเครื่องมือทางการบริหารรูปแบบหนึ่ง ช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอันก่อให้เกิดผล โดยปกติจะใช้เป็นเครื่องมือในการประชุมระดมความคิดจากระดับหัวหน้างานและคนงาน แผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้นๆ

1) วัตถุประสงค์ในการใช้แผนภูมิก้างปลา

- ต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
- ต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
- ต้องการให้เป็นแนวทางใน การระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

2) ประโยชน์ในการสร้างแผนภูมิก้างปลา

- ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมความคิดจากสมองของทุกคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มคุณภาพอย่างเป็นหมวดหมู่ ซึ่งได้ผลมากที่สุด
- แสดงให้เห็นสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา ของผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่อง จนถึงปมสำคัญที่จำนำไปปรับปรุงแก้ไข

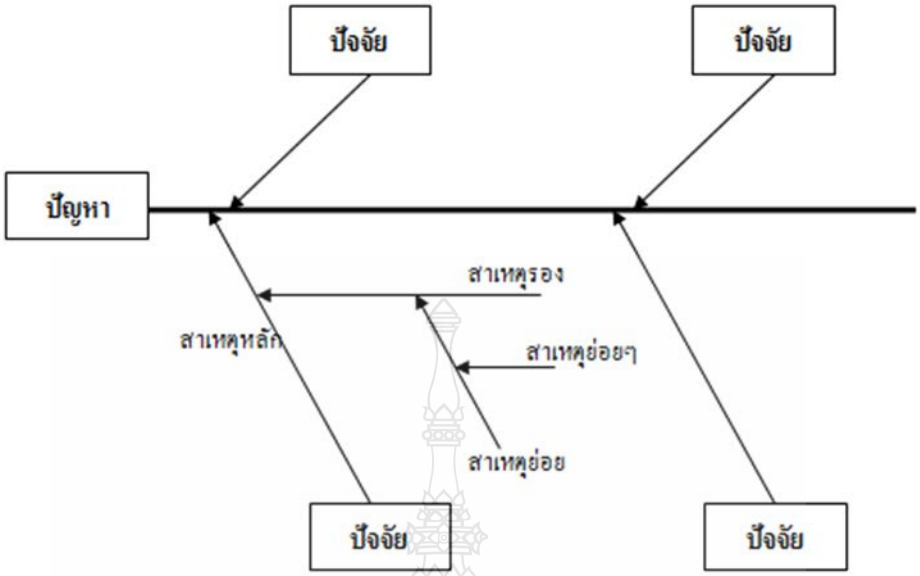
• แผนผังนี้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งในหน้าที่การงาน สังคม แม้กระทั่งชีวิตประจำวัน

3) ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิก้างปลา

- ชี้บ่งปัญหาหรือผลกระทบที่กำลังประสบอยู่อย่างชัดเจน (กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา)
- วางเป้าหมายที่องค์กรต้องการ โดยจะอยู่ในรูปที่สามารถวัดผลได้และอยู่ในขอบเขตเวลาที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อให้การแก้ไขปัญหามีจุดมุ่งหมายสู่ความสำเร็จ
- จัดทำโครงสร้างของผังเบื้องต้น ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และคิดอย่างเป็นระบบ โดยอาจกำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ ส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก
  - M - Man คนงาน พนักงาน หรือบุคลากรทั้งจากภายในและภายนอก
  - M - Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
  - M - Material ผลิตภัณฑ์ บริการ วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ
  - M - Method กระบวนการทำงาน
  - E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน
  - ชี้บ่งปัญหาหรือผลกระทบที่กำลังประสบอยู่อย่างชัดเจน (กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลาหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย

4) การเตรียมแผนภูมิก้างปลา

- แทนที่หัวปลาด้วยปัญหา
- แต่ละก้างคือต้นตอสาเหตุที่แตกออกไป
- ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก
- การแบ่งแยกมูลเหตุของปัญหาไปตามแต่ละก้าง จะทำให้สามารถร่วมกันวิเคราะห์จนเห็นถึงจุดที่ก่อให้เกิดปัญหาและสามารถเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุ




**รูปที่ 2.24** ตัวอย่างแผนภูมิก้างปลา [4]

5) ข้อแนะนำในการเขียนแผนภูมิก้างปลา

- ปัญหาหรือผล (หัวปลา) จะต้องเป็นปัญหาที่ชัดเจนและจำเพาะเจาะจง
- สาเหตุใหญ่ (ก้างปลา) แต่ละสาเหตุจะต้องไม่ขึ้นแก่กัน คือแยกจากกันอย่างชัดเจน เช่น สาเหตุมาจากคน อุปกรณ์ที่ใช้ หรือจากวิธีการ
- พยายามหาสาเหตุย่อย (ก้างย่อย) ให้มากๆ เพราะจะทำให้ได้สาเหตุมากมาย ทั้งที่แก้ไขได้และแก้ไขไม่ได้ เลือกสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้เป็นรูปธรรมมาปรับปรุง ส่วนที่แก้ไขไม่ได้นำไปเป็นข้อเสนอแนะต่อผู้บริหาร
- สาเหตุย่อย หาได้โดยใช้คำถาม “ทำไม”
- ต้องระวังเรื่อง “เหตุ” และ “ผล” โดยต้องพิจารณาให้แน่ว่า อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล เช่น ถนนลื่นเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุ ไม่ใช่ฝนตกเพราะฝนตกถนนอาจไม่ลื่นก็ได้

2.1.6 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์

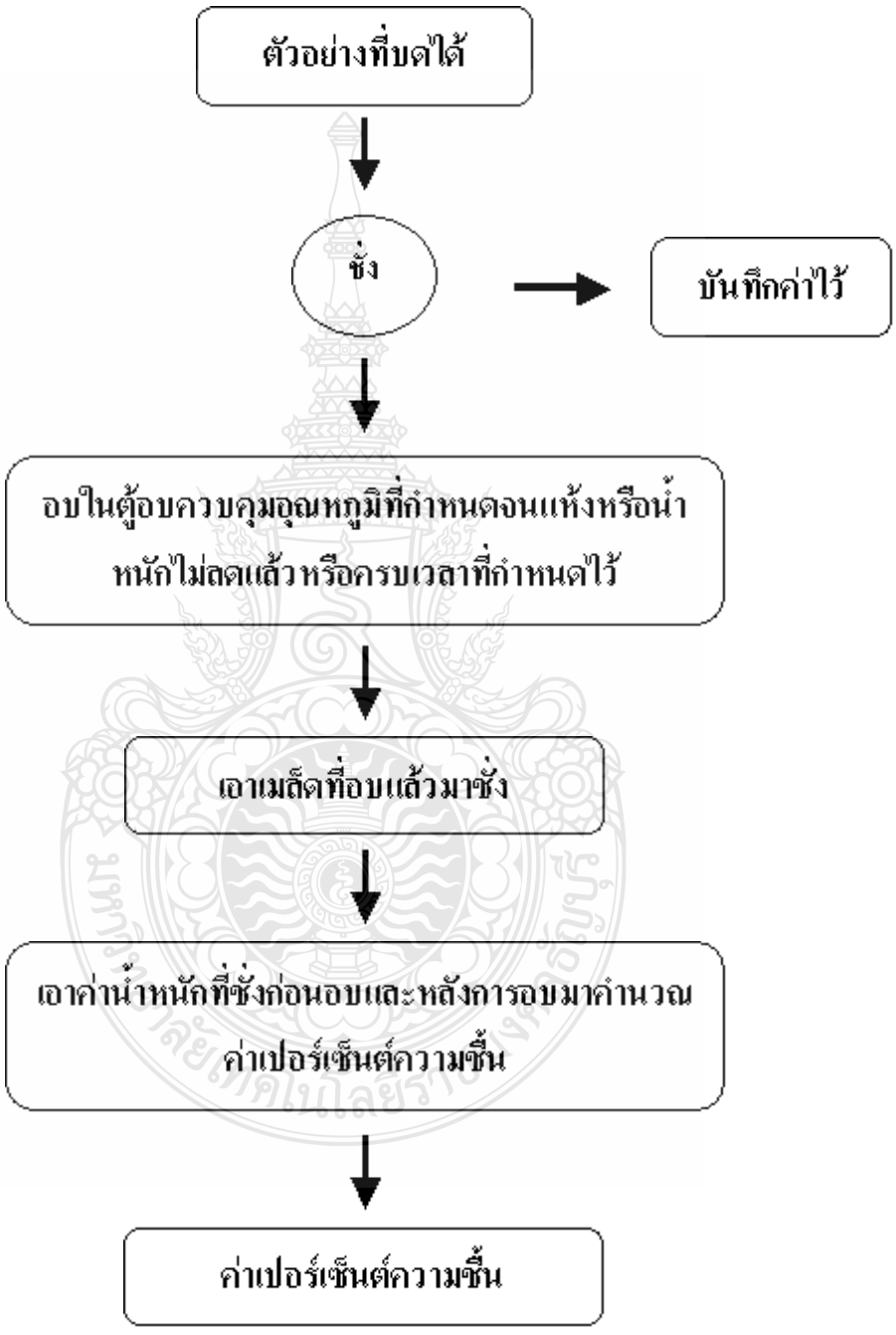
เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืช เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อวัดบอกค่าปริมาณความชื้นของน้ำที่อยู่ในเมล็ดพืช สามารถแบ่งเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืชได้เป็น2ชนิดใหญ่ๆคือ

1.เครื่องที่วัดหาค่าปริมาณความชื้นของเล็ดพืชได้โดยตรง

2.เครื่องที่วัดหาค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยอ้อม

1.) **เครื่องที่วัดหาค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยตรง**

เนื่องจากค่าความชื้นคือปริมาณน้ำหนักของน้ำต่อปริมาณน้ำหนักทั้งหมดของเมล็ดพืช การทดสอบหาค่าความชื้นในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนต่างๆดังนี้




**รูปที่ 2.25** การทดสอบหาค่าความชื้น [5]

เครื่องวัดหาค่าความชื้นแบบอ่านโดยตรงนี้จะออกแบบการทำงานเลียนแบบการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ตัวเครื่องจะประกอบด้วย

1) เครื่องชั่งละเอียด

2) อุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดควบคุมอุณหภูมิคงที่ได้

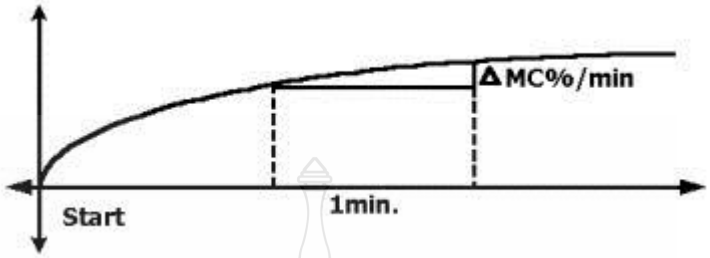
3) วงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ตั้งเวลาการทำงาน ประมวลผลการคำนวณ แสดงค่าน้ำหนัก, อุณหภูมิ และค่าความชื้นเมล็ดพืช

**รูปที่ 2.26** เครื่องชั่ง [5]

เมื่อนำเมล็ดพืชที่บดแล้ว ใส่ลงบนเครื่องชั่งละเอียด เมื่อเริ่มต้นการทำงานส่วนประมวลผลจะบันทึกค่าน้ำหนักเริ่มต้นนี้ไว้ วงจรควบคุมอุณหภูมิจะเริ่มให้ความร้อน อุปกรณ์ให้ความร้อนนี้ได้แก่ หลอดอินฟราเรด หลอดฮาโลเจนหรือคลื่นไมโครเวฟ ความร้อนที่ให้สามารถเลือกได้หลายแบบเช่น ให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิห้องถึงค่าอุณหภูมิที่กำหนดทันทีทันใด หรือค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงค่าที่กำหนด หรือ เพิ่มความร้อนขึ้นเป็นช่วงๆแบบขั้นบันได

เมื่อเริ่มให้ความร้อนกับเมล็ดพืช น้ำหนักของเมล็ดพืชเริ่มลดลงตลอดเวลา ส่วนประมวลผลจะนำค่าน้ำหนักที่บันทึกไว้ตอนแรกกับน้ำหนักปัจจุบันคำนวณหาค่าความชื้น เมื่อเวลานานขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่วัดและคำนวณได้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในช่วงแรกๆ อัตราการเพิ่มความชื้นกับเวลาจะเพิ่มเร็วมาก เมื่อเมล็ดพืชเริ่มแห้ง อัตราการเพิ่มของค่าความชื้นกับเวลาจะเพิ่มขึ้นช้าๆจนหยุด เมื่อเมล็ดพืชแห้งสนิท ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 45 นาทีถึง 1 ชั่วโมงเพื่อให้การทดสอบใช้เวลาน้อยลง เครื่องออกแบบมาให้ผู้ใช้เลือกได้โดยกำหนดค่าอัตราการเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อนาที เช่น 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อนาที หมายความว่า ถ้าในเวลา 1 นาทีถัดมาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเพิ่มน้อยกว่า 0.05

เปอร์เซนต์ เครื่องก็จะหยุดทดสอบ หยุดให้ความร้อนและแสดงค่าความชื้นที่วัดได้ซึ่งจะน้อยกว่าค่าจริงเล็กน้อย ผู้ใช้ต้องเลือกเองระหว่างค่าความชื้นที่ถูกต้องและระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ




**รูปที่ 2.27** เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้น [5]

เครื่องวัดหาค่าความชื้นโดยตรงนี้ จะหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ใกล้เคียงกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการมาก

ข้อดีคือ ใช้เวลาน้อยกว่า ทดสอบที่ไหนก็ได้ ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย

ข้อเสีย ทดสอบได้ทีละตัวอย่างเท่านั้นถ้าทดสอบจำนวนตัวอย่างมากๆจะใช้เวลามากกว่าการทดสอบด้วยตู้อบและเครื่องมีราคาแพงมาก การใช้งานต้องระมัดระวังเช่นเดียวกับการใช้งานเครื่องชั่งละเอียด

2.) เครื่องที่วัดหาค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยอ้อม

เครื่องวัดแบบนี้จะใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพืชมาใช้ในการออกแบบซึ่งสามารถแบ่งชนิดของเครื่องตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างๆได้หลายแบบคือ

2.1. ใช้หลักการของความนำไฟฟ้าหรือความต้านทาน กล่าวคือ ค่าความต้านทานของเมล็ดพืชจะลดลงเมื่อเมล็ดพืชมีความชื้นมากขึ้นหรือ ค่าความนำไฟฟ้าของเมล็ดพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดพืชมีความชื้นมากขึ้น

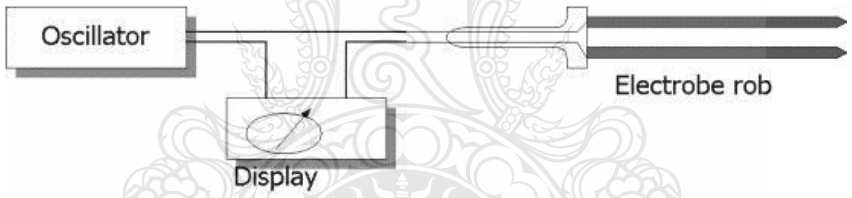
2.2. ใช้หลักการของค่าไดอิเล็กตริกของสาร กล่าวคือ ค่าไดอิเล็กตริกของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดพืชมีความชื้นมากขึ้น

2.3. ใช้หลักการดูดกลืนคลื่น กล่าวคือเมื่อให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (คลื่นวิทยุความถี่สูง) เช่นย่านไมโครเวฟผ่านเมล็ดพืชที่มีความชื้นมาก คลื่นจะผ่านออกมาได้น้อยลง

2.1.1 หลักการทำงานของเครื่องวัดความชื้นแบบใช้หลักความนำไฟฟ้าของสาร ประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่ที่มีค่าความถี่และแรงดันไฟฟ้าคงที่ ป้อนให้กับขั้วโลหะ2ขั้วที่มีระยะห่างคงที่ เมื่อนำขั้วโลหะทั้งสองมาสัมผัสเมล็ดพืช สัญญาณไฟฟ้าจะไหลผ่านเมล็ดพืชได้มากถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นมาก จะนำไฟฟ้าได้ดี ถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นน้อยกระแสฟ้าจะไหลผ่านได้น้อยลง ปริมาณของกระแสหรือแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับค่าความชื้นของเมล็ดพืช จะนำค่าแรงดันหรือกระแสไฟฟ้านี้มาทดสอบปรับเทียบเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้

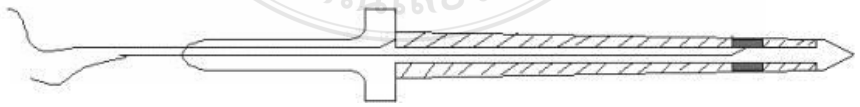
เครื่องแบบนี้จะแบ่งตามชนิดของขั้วอิเล็กโทรดได้3แบบคือ

2.1.1.1 แบบแท่งอิเล็กโทรดแยกกัน ขั้วไฟฟ้าทั้งสองจะเป็นแท่งโลหะไร้สนิมยาวประมาณ 30 เซ็นติเมตรวางห่างกันประมาณ 2 ถึง 3 เซนติเมตร มีด้ามจับทำด้วยฉนวนไฟฟ้า เวลาใช้จะแทงหรือเสียบแท่งอิเล็กโทรดทั้งสองเข้าไปในกองเมล็ดพืชหรือแทงเข้าไปในกระสอบที่ใส่เมล็ดพืชอยู่ เหมาะสำหรับวัดความชื้นเมล็ดพืชที่มีขนาดเล็กและเป็นการวัดแบบรวดเร็ว วัดความชื้นเมล็ดพืชได้ค่าเฉลี่ยที่รอบนอกและตรงบริเวณกลางกระสอบด้วย




**รูปที่ 2.28** แท่งอิเล็กโทรดแยก [5]

2.1.1.2 แบบแท่งอิเล็กโทรดร่วม ใช้งานเหมือนแบบ 2.1.1.1 แต่มีข้อเสียกว่าแบบ 2.1.1.1คือแท่งจะโตกว่าเสียบเข้าไปในกระสอบได้ยากและเกิดรูใหญ่กว่า เมล็ดพืชตกหล่นออกจากรูได้ง่าย



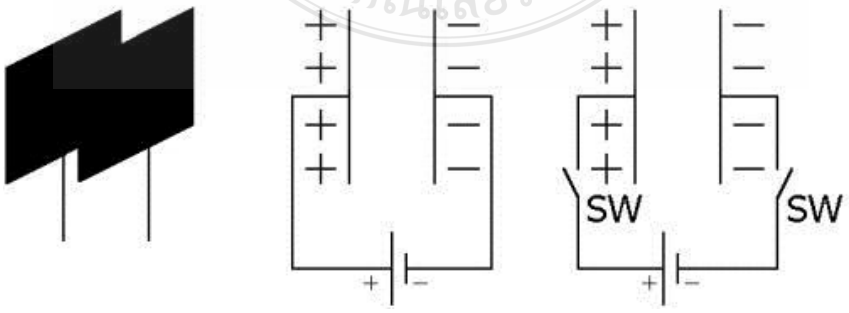
**รูปที่ 2.29** แท่งอิเล็กโทรดร่วม [5]

2.1.1.3 แบบบดอัดหรือบีบเมล็ดพืช จะนำเมล็ดพืชวางหรือใส่ลงในขั้วอิเล็กโทรดด้านหนึ่ง ขั้วอิเล็กโทรดอีกด้านหนึ่งจะบีบหรือกดอัดลงบนเมล็ดพืช จะทำให้เมล็ดพืชถูกอัดแน่น การวัดแบบนี้จะวัดตัวอย่างเดิมซ้ำไม่ได้และเมล็ดพืชจะถูกบีบเสียหาย เหมาะสำหรับเมล็ดพืชที่มีขนาดเมล็ดเล็ก

**รูปที่ 2.30** เครื่องบดอัดหรือบีบอัดเมล็ดพืช [5]

2.2.1. หลักการของเครื่องวัดแบบใช้คุณสมบัติไดอิเล็กทริกของสารหรือค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ (Capacitor)

เมื่อนำแผ่นโลหะ 2 แผ่นมาวางใกล้กัน จะทำให้เกิดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เรียกว่าตัวเก็บประจุ เมื่อนำแบตเตอร์รี่มาแตะที่แผ่นโลหะทั้งสองประจุไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่จะมาสะสมที่แผ่นโลหะและเมื่อเอาแบตเตอร์รี่ออกไป แผ่นโลหะทั้งสองก็ยังมีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่ แผ่นโลหะทั้งสองที่วางใกล้กันนี้จึงกลายเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ เราเรียกว่าตัวเก็บประจุ




**รูปที่ 2.31** ไดอิเล็กทริกของสารหรือค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ [5]

ความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าของแผ่นโลหะทั้งสอง จะได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นโลหะ ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะและค่าไดอิเล็กตริกตรงกลางที่อยู่ระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง

$$C = e_0 A/d \qquad (2.1)$$

เมื่อ C คือ ค่าความจุไฟฟ้า

$e_0$ คือ ค่าไดอิเล็กทริกอากาศ

A คือ พื้นที่หน้าตัดของแผ่นโลหะ

d คือ ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ

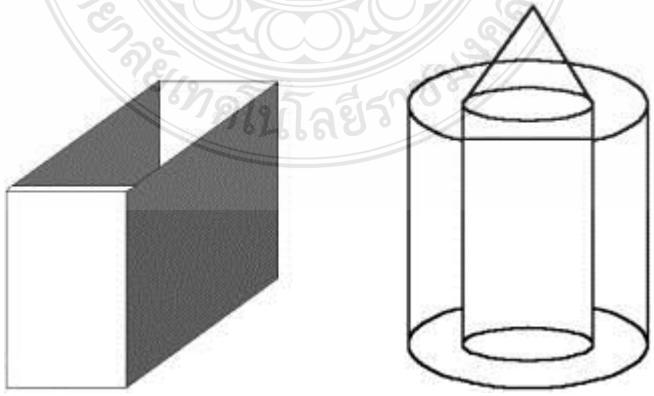
เมื่อเรานำเมล็ดพืชเทใส่ลงระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง จะได้ตัวเก็บประจุที่มีเมล็ดพืชเป็นไดอิเล็กทริกแทนที่อากาศและเราพบว่าถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นมากค่าไดอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้นหรือค่าความจุของตัวเก็บประจุจะเพิ่มขึ้น จากหลักการนี้ เราสามารถนำมาออกแบบเป็นเครื่องมือวัดความชื้นได้ ส่วนประกอบของเครื่องจะประกอบด้วย

ก.วงจรกำเนิดความถี่สูง

ข.ภาชนะที่ออกแบบเป็นตัวเก็บประจุสำหรับเทเมล็ดพืชลงไป มีอยู่สองลักษณะคือ

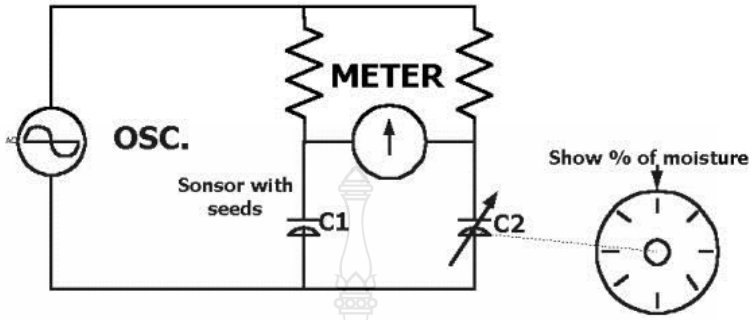
i เป็นแบบผ่านโลหะแบนสองแผ่นวางขนานกัน

ii แบบรูปทรงกระบอกสองชุดซ้อนกัน



**รูปที่ 2.32** ตัวเก็บประจุสำหรับเทเมล็ดพืช [5]

ค.ส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการแสดงผลตัวอย่างวงจรเครื่องวัดความชื้นอย่างง่าย




**รูปที่ 2.33** วงจรอิเล็กทรอนิกส์ [5]

C1 คือตัวเก็บประจุที่จะเทเมล็ดพืชลงไปเพื่อทดสอบ เมล็ดพืชชื้นมากค่าความจุไฟฟ้าจะมาก เมล็ดพืชชื้นน้อยค่าความจุไฟฟ้าจะน้อยลง

C2 คือตัวเก็บประจุอีกตัวหนึ่งที่ปรับเพิ่มค่าความจุไฟฟ้าหรือลดค่าความจุไฟฟ้าได้ ใช้สำหรับเปรียบเทียบค่าความจุไฟฟ้ากับC1 ถ้าC1และC2มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากันเข็มของ มิเตอร์จะชี้อยู่ตรงกลาง แต่ถ้าค่าความจุไฟฟ้าของ ตัวเก็บประจุC1จะเพิ่มหรือลดตามความชื้นของเมล็ดพืชเข็มมิเตอร์จะไม่ชี้ตรงกลาง เราจะปรับค่าความจุของตัวเก็บประจุC2ให้มีค่าเพิ่ม หรือลดเท่ากับตัวเก็บประจุC1 เมื่อค่าความจุไฟฟ้าเท่ากันเข็มมิเตอร์จะชี้ตรงกลางเหมือนเดิม

ที่แกนหมุนของตัวเก็บประจุC2จะต่อกับหน้าปัดแสดงตัวเลขปรับเทียบแสดงค่าเป็นความชื้นเมล็ดพืชได้

เครื่องวัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุนี้ มีข้อดีตรงที่ว่าสามารถวัดความชื้นได้รวดเร็ว เมล็ดพืชเดิมจะทดลองวัดหลายๆครั้งก็ได้และเมล็ดพืชไม่เสียหาย สามารถวัดได้ทั้งเมล็ดพืชเมล็ดโตและเมล็ดเล็ก เมล็ดอ่อนหรือเมล็ดแข็งก็ได้ แต่ไม่เหมาะกับเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบามากๆเพราะเทแล้วจะเป็นฝุ่นฟุ้งกระจาย

**ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อความแม่นยำในการวัดความชื้นเมล็ดพืช**

เนื่องจากเครื่องที่วัดหาค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยอ้อมนั้นมักใช้การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพืชนั้นๆมาเทียบกับค่าความชื้นที่ควรวัดได้ โดยปกติแล้วคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุหรือเมล็ดพืชนั้นจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ไม่ว่าจะอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าใดๆของเมล็ดนั้นก็ตาม เช่น ถ้าอุณหภูมิของเมล็ดสูงขึ้นจะทำให้เมล็ดพืชนั้นมีความนำไฟฟ้าสูงขึ้นหรือมีความ

ต้านทานต่ำลง และมีค่าไดอิเล็กทริกสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเครื่องวัดความชื้นที่ดีจะต้องมีส่วนที่ทำหน้าชดเชยค่าความชื้นที่อ่านได้อันเนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปด้วยอุณหภูมิ

**ผลกระทบของชนิดพืชที่มีผลต่อความแม่นยำในการวัดความชื้นเมล็ดพืช**

การวัดหาค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยอ้อมโดยการวัดความต้านทานไฟฟ้าและความจุไฟฟ้านั้น โดยข้อเท็จจริงแล้วการที่พืชต่างชนิดกันมีค่าความชื้นจริงเท่ากันนั้นไม่ได้หมายความว่าค่าความจุไฟฟ้าหรือค่าความต้านทานของพืชทั้งสองชนิดนั้นจะมีค่าเท่ากัน แม้แต่พืชที่เป็นชนิดเดียวกันแต่ปลูกต่างที่หรือต่างฤดูก็อาจจะให้ค่าความจุไฟฟ้าหรือค่าความต้านทานต่างกันได้ที่ค่าความชื้นจริงเท่ากัน ดังนั้นการวัดความชื้นจากเครื่องวัดความชื้นที่หาปริมาณความชื้นของเมล็ดพืชได้โดยอ้อมโดยอาศัยหลักสองอย่างนี้นั้นจะเป็นปริมาณเฉลี่ย ซึ่งพืชบางปีจะวัดได้มากหรือบางปีก็อาจวัดได้น้อยกว่าเป็นจริง ยิ่งที่เครื่องวัดถูกปรับเทียบโดยพืชต่างประเทศแล้วจะให้ผลที่ผิดพลาดมากกว่าเครื่องวัดที่ปรับเทียบโดยพืชในพื้นที่นั้นๆด้วย

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และนำการทดสอบและประเมินผลมาประยุกต์ใช้ ในการวางแผนการทดสอบ และประเมินผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพโรงสีข้าวหอมมะลิ

จินดามณี [6] โรงสีขนาดใหญ่ในประเทศไทยมีประมาณ 15,000 โรงสีแต่จากการวินิจฉัยโรงสีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 56 โรงสีที่ทำการสีข้าวหอมมะลิพบว่า ทุกโรงสีมีปัญหาในกระบวนการกะเทาะเปลือก และการขัดขาว ส่วนกระบวนการทำความสะอาด การแยกหิน การแยกแกลบ การแยกข้าวกล้อง การขัดมัน และการคัด ขนาดมีปัญหาในช่วง 80-90% เมื่อทำการแก้ไขตามหลักวิศวกรรมและสร้างมาตรฐานการผลิตในแต่ละกระบวนการที่โรงสีแล้ว พบว่าการแก้ไขที่กระบวนการขัดขาวส่งผลให้การแตกหักลดลงมากที่สุด 10% รองลงมาคือ ที่กระบวนการ กะเทาะเปลือกและขัดมัน ตามลำดับ ส่วนที่ กระบวนการแยกข้าวกล้อง การแก้ไขมีผลทางอ้อมทำให้การแตกหักที่เครื่องกะเทาะเปลือกลดลง ซึ่งผลจากการปรับปรุงโรงสีข้าวในระหว่างปี 2552-2553

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการ ผลิตข้าวโดยทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นประมาณ 3% คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 510 ล้านบาทในเวลา 1 ปี

2.2.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพโรงสีข้าวชุมชน

สฑีรุจ [7] งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโรงสีข้าวชุมชนและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ ชุดพัดลมทำความสะอาดข้าวเปลือกที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากโรงสีข้าวชุมชนนี้ได้มีการใช้งานมายาวนานและไม่ได้มี การซ่อมแซมมานานแล้วจึงจะทำการซ่อมแซมอุปกรณ์หลักๆดังนี้คือ จุดหมุนพัดลม, พูลเลย์ , ชุดมอเตอร์, สายพานขับและจุดหมุนลำเลียง แล้วนำผลทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบก่อนซ่อมและหลังซ่อม คือ อุณหภูมิของมอเตอร์ลดลงจาก 41 องศาเซลเซียสเป็น 29 องศาเซลเซียสและ มีการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ลดลง 8 % จากการทดสอบในส่วนของชุดเป่าข้าวเปลือกขนาด 10 แรงม้าหลัง การปรับปรุงซ่อมแซมสามารถใช้งานได้ดีมีประสิทธิภาพในการเป่าข้าวดีขึ้น ส่วนปริมาณข้าวที่ทดลอง 15 กิโลกรัม ก่อนซ่อมแซมใช้ เวลาเฉลี่ย 10.35 นาที ปริมาณข้าวดี 9.85 กรัม/กิโลกรัม หลังการปรับปรุงซ่อมแซมใช้เวลาเฉลี่ย 9.48 นาที ปริมาณข้าวดี 11.78 กรัม/กิโลกรัมสามารถใช้งานได้ดีมีประสิทธิภาพในการขัดข้าวดีขึ้น

2.2.3 การลดการแตกหักในโรงสีข้าว

อภิชาต [8] โรงสีข้าวหอมมะลิกำลังการผลิตขนาด 300 ตันข้าวเปลือกต่อวัน ถูกใช้ในการศึกษาหาแนวทางในการลดการ แตกหักของข้าวหอมมะลิ โดยทำการศึกษาที่กระบวนการอบแห้ง การทำความสะอาดข้าวเปลือกและการกะเทาะ เปลือก พบว่า ก่อนดำเนินการโรงสีไม่มีมาตรฐานการผลิตในแต่ละกระบวนการ เมื่อได้ทำการแก้ไขตามหลัก วิศวกรรมและสร้างมาตรฐานการผลิตในแต่ละกระบวนการที่โรงสีแล้ว พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดร้าวของข้าวที่ กระบวนการอบแห้ง ลดลงจาก 4% เป็น 1% เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนที่การทำความสะอาดข้าวเปลือกลดลงจาก 5% เป็น 1% และเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวที่การกะเทาะเปลือกลดลงจาก 9% เป็น 4%

2.2.4 การปรับปรุงผลิตภาพการดำเนินงานโรงสีข้าวสหกรณ์

ผดุงศักดิ์ [9] ผลการวิจัยพบว่า โรงสีข้าวสหกรณ์ฯที่ดำเนินกิจกรรมสีแปรรูปข้าวมีดัชนีการสีแปรรูปอยู่ในเกณฑ์ดีโดยมีค่าดัชนีข้าวต้นระหว่าง 88.15-102.18 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นค่าเฉลี่ย 93.74 เปอร์เซ็นต์และหลังการปรับปรุงมีค่าดัชนีข้าวต้นเพิ่มขึ้นระหว่าง 91.38-108.79 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นค่าเฉลี่ย 97.97 เปอร์เซ็นต์โดยมีดัชนีข้าวต้นเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.22 เปอร์เซ็นต์โรงสีสหกรณ์ฯส่วนใหญ่จะ

สีแปรรูปไม่เต็มความสามารถเนื่องจากมีวัตถุดิบข้าวเปลือก ไม่เพียงพอ ขณะเดียวกันข้าวเปลือกส่วนหนึ่งที่สหกรณ์ฯรวบรวมได้จะมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับการแปรรูปก็จะจำหน่ายเป็นข้าวเปลือกต่อให้กับโรงสีข้าวเอกชนในท้องถิ่น ด้านการตลาดโรงสีสหกรณ์ส่วนใหญ่จะสีแปรรูปข้าวจำหน่ายให้กับสมาชิกสหกรณ์และจำหน่ายส่งให้ร้านค้าในท้องถิ่น บางสหกรณ์สีแปรรูปส่งให้กับห้างสรรพสินค้า และส่งไปจำหน่ายให้กับสหกรณ์อื่นๆที่ไม่มีการสีแปรรูปข้าว และบางสหกรณ์ฯจะสีแปรรูปข้าวส่งให้บริษัทฯค้าตรงเพื่อจำหน่ายในตราสินค้าของบริษัทฯนั้น แต่ในปีปัจจุบันโรงสีสหกรณ์ฯจะรับจ้างสีแปรรูปข้าวส่งให้กับองค์การคลังสินค้า และองค์การตลาดเพื่อการเกษตรตามนโยบายรับจำนำข้าวของรัฐบาล ด้านการเงินเนื่องจากสหกรณ์การเกษตรส่วนใหญ่จะประกอบธุรกิจหลายด้านทั้งธุรกิจสินเชื่อ ธุรกิจจัดหาสินค้ามาจำหน่าย ธุรกิจปรับปรุงประสิทธิภาพเมล็ดพันธุ์ธุรกิจรวบรวมผลผลิต และธุรกิจแปรรูปผลิตผลการเกษตรและการผลิตสินค้า ทำให้หลายสหกรณ์ฯมีงบประมาณจำกัดจึงมีการดำเนินการสีแปรรูปข้าวเมื่อมีวัตถุดิบข้าวเปลือกเท่านั้น มีบางสหกรณ์ที่ดำเนินกิจกรรมสีแปรรูปข้าวอย่างเต็มที่ จากผลการวิจัยพอสรุปได้ว่า โรงสีสหกรณ์ส่วนใหญ่ยังมีโอกาสเพิ่มประสิทธิภาพได้อีกถ้ามีการตรวจประเมินระหว่างการสีแปรรูปเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอและใช้หลักปฏิบัติที่ดีในการทำงาน

2.2.5 การดำเนินงานและปัญหาของโรงสีข้าวชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิวัฒน์ [10] การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดำเนินงานและปัญหาของโรงสีข้าวชุมชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานของโรงสีข้าวชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของการดำเนินงานของโรงสีข้าวชุมชน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกเป็นรายบุคคล (Individual-Depth Interview) ของผู้จัดการโรงสีข้าวชุมชนเชิงการค้าที่ใช้เครื่องสีข้าวรุ่น CPR500และ CPR1000 จำนวน 7 โรง ผลการศึกษาพบว่า โรงสีข้าวชุมชนส่วนใหญ่ยังขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในด้านการตลาด การขาย และการโฆษณา รวมถึงขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะในการดำเนินการในด้านต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การสีข้าว การบรรจุถุง เป็นต้น นอกจากนี้โรงสีข้าวส่วนใหญ่ขาดทักษะและแรงจูงใจทางด้านการวิจัยและพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ ขาดอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานมาใช้ในกระบวนการต่างๆ เช่น เครื่องตรวจวัดคุณภาพข้าวเปลือก และที่สำคัญโรงสีชุมชนส่วนใหญ่ขาดแคลนเงินทุนในการพัฒนาด้านต่างๆ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของโรงสีข้าวชุมชนเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืน คือ การพัฒนาขีดความสามารถของพนักงาน การพัฒนาศักยภาพทางด้าน

การตลาดและการโฆษณา การพัฒนาศักยภาพทางด้านการวิจัยและพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ การหาอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานมาใช้ในกระบวนการ การหาแหล่งเงินทุนเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ

2.2.6 การศึกษาความพร้อมของโรงสีข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงเพื่อการพัฒนาเข้าสู่หลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี

วุฒิไกร [11] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์การแปรรูปข้าวสังข์หยดและความพร้อมของโรงสีข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงเพื่อการพัฒนาเข้าสู่หลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี (GMP) ศึกษาโดยการสำรวจข้อมูลทุติยภูมิและการสัมภาษณ์เชิงลึก จากการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2555 จังหวัดพัทลุงมีโรงสีข้าวสังข์หยดจำนวน 19 โรง มีข้าวเปลือกที่แปรรูปโดยโรงสีข้าวสังข์หยด 7 ชนิดคือ สังข์หยด (62.09%) เล็บนก (17.82%) หอมนิล (9.48%) หอมมะลิ (7.57%) หอมปทุมธานี (1.52%) หอมชลสิทธ์ (0.75%) และเฉี้ยง (0.76%) ในจังหวัดพัทลุงมีการแปรรูปข้าวสังข์หยดรวม 81.9 ตันต่อเดือน เมื่อศึกษาความพร้อมของโรงสีข้าวสังข์หยดเพื่อการพัฒนาเข้าสู่ GMP พบว่ามีโรงสีที่ขึ้นทะเบียนแปรรูปข้าวสังข์หยดกับจังหวัดพัทลุงอย่างเป็นทางการเพียง 6 โรง นอกจากนี้พบว่าโรงสีข้าวสังข์หยดส่วนใหญ่ขาดการบันทึกข้อมูลการแปรรูปข้าว (57.89%) และไม่มีงบประมาณในการปรับปรุงโรงสีตามมาตรฐาน GMP (94.76%) ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่ามีบางโรงสีที่ไม่มีการเก็บรักษาข้าวที่ห่างไกลจากสารเคมีอันตราย (31.58%) บางโรงสีมีความต้องการในการปรับปรุงโรงสีตามมาตรฐาน GMP (42.11%) แต่อย่างไรก็ตามมีเพียงโรงสีข้าว

2.2.7 การสร้างและทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่

อภินันท์ [12] การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ประการแรกเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่เพื่อใช้ในการสีข้าวกล้องในชุมชน และประการที่สองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแปรรูปข้าวที่มีราคาถูก กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนมากนัก และการซ่อมบำรุงรักษาง่าย โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเพื่อต้องการปรับปรุงสมรรถนะในการทำงานให้ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่าเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่จะมีอัตราการทำงานปริมาณข้าวกล้อง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณแกลบต่ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ที่ความเร็วของลูกยางเร็วต่อลูกยางช้า 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 และ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที พบว่าเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะจะทำให้อัตราการทำงานที่ความเร็ว 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 45.80 และ 45.85 แต่ที่ความเร็วลูกยางกะเทาะ 1,360 ต่อ

700 รอบต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการทำงานลดลง คือ 43.85 กิโลกรัม ต่อชั่วโมงส่วนอัตราการกะเทาะมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีอัตราลดลง คือ 87.62 , 85.05 และ 81.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณต้นข้าวที่ได้รับ มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือ 87.84, 88.43 และ 89.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแกลบที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณลดลง คือ 12.16, 11.57 และ 10.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั้นคือเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะให้น้อยลงจะทำให้อัตราการทำงาน อัตราการกะเทาะ และปริมาณแกลบที่ได้ลดลง แต่จะทำให้ได้รับปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น

2.2.8 การบริหารจัดการโรงสีชุมชน แบบมีส่วนร่วมตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงควบคู่ไปกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน นำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชน ตำบลเกวียนหัก ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

เดชา [13] การบริหารจัดการโรงสีชุมชน แบบมีส่วนร่วมตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงควบคู่ไปกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน นำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมชุมชน ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชน ตำบลเกวียนหัก ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี เนื่องจากพบปัญหาดังประเด็นต่อไปนี้ คือ ผลผลิตข้าวเปลือก ไม่สามารถแปรรูปได้ เพราะไม่มีโรงสีชุมชน ชาวนาขายข้าวเปลือกให้กับพ่อค้าคนกลางเกือบทั้งหมด จะเหลือไว้สำหรับทำพันธุ์เท่านั้น ส่งผลให้ชาวนามีปัญหาดังประเด็นต่อไปนี้ 1. ข้าวเปลือกที่ใช้ในการบริโภคต้องนำไปสีกับเครื่องสีข้าวส่วนบุคคลและวัสดุที่เหลือจากกระบวนการสีข้าวของเอกชน เช่น รำ ปลายข้าว จมูกข้าว และแกลบ จะถูกโรงสีหักทั้งหมด 2. ราคาของข้าวเปลือกไม่สูงตามความเป็นจริง เพราะเนื่องจากต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง 3. ชาวนาหนี้สินเพิ่มพูนเพราะพ่อค้าคนกลางมาซื้อข้าวขณะที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง เพราะทราบว่าชาวนาต้องการเงินไว้ใช้จ่ายในครอบครัวเมื่อไม่มีโรงสีชุมชน จำเป็นต้องขายข้าวเปลือกให้กับพ่อค้าคนกลางอีกทั้งชาวนายังต้องซื้อปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงปริมาณที่มากทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจึงน้อยเนื้อต่ำใจต่ออาชีพการทำนา ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการโรงสีชุมชน แบบมีส่วนร่วมตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงควบคู่ไปกับภูมิปัญญาท้องถิ่น 2. เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ข้าวชุมชนตำบลเกวียนหักมีการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน วิธีดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนคือ จัดให้มีการประชุมการทบทวนของโครงการ ปรับปรุงระบบการบริหารจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตรวจสอบได้ เน้นให้ชุมชนเป็นผู้รับผิดชอบโครงการ การทบทวนการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานโรงสีชุมชน มีกลไกเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนผลผลิตที่ได้จากโครงการวิจัยและจัดเวทีแลกเปลี่ยนภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจ

ชุมชนข้าวชุมชนตำบลเกวียนหัก พัฒนาและสร้างขีดความสามารถและสร้างศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าสินค้าของผลิตภัณฑ์ เช่น ออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารเชิงพาณิชย์ จัดหาตลาดสินค้าการเกษตรรองรับผลผลิต สร้างและขยายเครือข่ายการวิจัย ประชาสัมพันธ์ผลสำเร็จของแผนงานวิจัยต่อเครือข่ายการวิจัยและหน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ จัดถ่ายทอดเทคโนโลยี เก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจประเมินผลของโครงการโดยวิธีการอบรมเสวนา จากผลงานวิจัยสามารถแก้ไขปัญหา คือ 1) ทำให้เกิดความเข้มแข็งของชุมชนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชนตำบลเกวียนหัก ที่ดำรงชีวิตพออยู่พอกินสมควรแก่อัตภาพ เป็นการสนองพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯได้ในระดับหนึ่ง 2) เศรษฐกิจฐานรากของชุมชนดีขึ้นจากการแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ทำให้เพิ่มรายได้ และยังสามารถทำให้ชุมชนยกระดับ ชีวิต เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สมดุล มั่นคง ยั่งยืน รู้ รัก สามัคคี ทำงานอย่างมีความสุขได้ในระดับหนึ่ง 3) มีการพัฒนานำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมชุมชน โดยการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ของบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงขนาด 5 กก. ตราสินค้า “ข้าวสารเกวียนหัก”

2.2.9 การประเมินสมรรถนะเครื่องอบข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า : กรณีศึกษาโรงสีข้าวพรเจริญ

วันชัย [14] งานวิจัยนี้ ได้ประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า เพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและต้นทุนการอบแห้งผลจากการศึกษาพบว่าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกใช้พลังงานรวมเท่ากับ 7,678.08 MJ/h และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 6.13 MJ/kg water evaporated โดยมีต้นทุนการอบแห้งเท่ากับ 0.64 บาท/กิโลกรัมน้ำระเหย ซึ่งแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและความร้อนเท่ากับ 0.36 และ 0.28 บาทต่อกิโลกรัมน้ำระเหย ตามลำดับ

2.2.10 ทัศนคติและความพึงพอใจของสมาชิกเกษตรกรต่อการจัดการโรงสีชุมชน

สุนทร [15] วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานครั้งนี้ คือ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติและความพึงพอใจของสมาชิกโรงสีชุมชนที่ดีต่อการจัดการโรงสีชุมชน ในตำบลทุ่งรวงทอง อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน โดยเรียงตามลำดับดังนี้ ด้านเครื่องจักร ด้านการเงิน ด้านการจัดการ และน้อยที่สุดคือด้านองค์ความรู้และข้อมูลข่าวสาร ความพึงพอใจของสมาชิกเกษตรกร ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน โดยเรียงตามลำดับดังนี้

ด้านการประสานงาน ด้านการจัดการองค์กร ด้านการสื่อสาร ด้านการเงิน ด้านการดำเนินงาน ด้านบุคลากร และน้อยที่สุดด้านการวางแผนตามลำดับ ส่วนทัศนคติและความพึงพอใจที่อยู่ในระดับปานกลางนั้น เนื่องจากระบบการจัดการขาดการมีส่วนร่วมจากชุมชน

2.2.11 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิด

สุรพงศ์ [16] โครงการนี้เป็นการสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิดสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสีข้าว ความเร็วในการสีข้าว รวมไปถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพ วิธีการสร้างเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิด ได้ดำเนินการสร้างแบบเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลจากเครื่องต้นแบบ ตั้งเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ได้รับ ขั้นต่อมาคือการวางแผนการออกแบบ การจัดซื้อวัสดุ การดำเนินการสร้าง ขั้นสุดท้ายคือการทดลองเพื่อทำการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องและหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ผลจากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพโดยทดลองกับข้าว 5 กิโลกรัม สำหรับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ และพันธุ์ข้าวสันป่าตอง1 ได้เปอร์เซ็นต์ร้อยละ ข้าวดีเท่ากับ 80,85% เวลาเฉลี่ย 15,13.7 นาที ประสิทธิภาพการสีข้าวอยู่ที่ 32,35 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวกับแท่งยางเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร ส่วนกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 5 หน่วย/วัน

2.2.12 ประสิทธิภาพการสีของพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์

บุญหงษ์ [17] การทดสอบหาประสิทธิภาพการสีของพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์โดยการเปรียบเทียบกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ว่าจะสามารถผลิตข้าวสารขาว 100 % จากพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์ได้หรือไม่ โดยถ้าผลจากการสีได้ต้นข้าว (head rice) (ข้าวสารเต็มเมล็ดรวมกับข้าวสารหักไม่เกิน 2/10 ของเมล็ดเต็ม) ตั้งแต่ 40 % โดยน้ำหนักของข้าวเปลือกก็แสดงว่าพันธุ์ข้าวนี้สามารถผลิตเป็นข้าวสารขาว 100 % ได้ โดยในการวิเคราะห์มีการชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก น้ำหนักข้าวกล้อง น้ำหนักข้าวสารรวม และน้ำหนักต้นข้าวที่ระดับความชื้นของเมล็ด 14 % เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์แกลบ เปอร์เซ็นต์รำ เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก จากผลการวิเคราะห์พบว่าพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์และพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีเปอร์เซ็นต์ของต้นข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็น 51.12 และ 50.97 % ของน้ำหนักข้าวเปลือกตามลำดับ หรือคิดเป็น 75.01 และ 75.12 ของน้ำหนักข้าวสารรวม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะผลิตข้าวสารขาว 100 % จากข้าวเปลือกของทั้ง 2 พันธุ์ นี้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการเพิ่มการผลิตพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์มากกว่า 1 ครั้งต่อปี และนำข้าวเปลือกที่ได้ไปผลิตเป็นข้าวสาร

ขาว 100 % ก็จะเป็นการช่วยยกระดับรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและรายได้รวมของประเทศให้สูงขึ้นไปได้อย่างเด่นชัดอีกด้วย

2.2.13 การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง

รังสรรค์ [18] ข้าวฮางเป็นภูมิปัญญาของชนเผ่าในจังหวัดสกลนคร เป็นวิธีการนำข้าวที่ยังไม่ถึงระยะที่เก็บเกี่ยวก่อนช่วงระยะพลับพลึงมาแปรรูปเพื่อให้นำมารับประทานให้เร็วขึ้น และผลพลอยได้คือกระบวนการหมักข้าวฮางนั้นทำให้ข้าวนั้นมีคุณค่าทางอาหารที่เพิ่มขึ้น ในการทดลองสีข้าวฮางได้ทำการกำหนดปัจจัยในการสีข้าวฮาง เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการสีข้าวฮาง โดยได้นำข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาแปรรูปทำเป็นข้าวฮาง ในการสีข้าวใช้ระดับความเร็วรอบตั้งแต่ 1,000-1,600 rpm ขนาดช่องปล่อยข้าวตั้งแต่ 1,250 - 2,550 $mm.^2$ และระยะห่างลูกหินขัดข้าวตั้งแต่ 1-3 mm. ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า ระดับความเร็วที่เหมาะสมอยู่ที่ 1,300 rpm ระยะห่างระหว่างลูกหินขัดข้าวกับยางขัดข้าวที่ 2.0 mm. และขนาดช่องปล่อยข้าวที่ 1,900 $mm.^2$ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยการแตกหักของข้าวฮางที่ 11.246%

2.2.14 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่ใช้วัสดุทดแทน

สุรเจษฐ์ [19] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่ใช้วัสดุทดแทน ในปัจจุบันวัตถุดิบที่นำมาผสมทำลูกหินขัดข้าวเพื่อใช้ในการสีข้าว เป็นวัตถุดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพง ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตข้าวต่อเกษตรกรอย่างมาก จากการศึกษาและวิจัยพบว่า มีวัสดุทดแทนที่มีอยู่ภายในประเทศและวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการตลาดพบว่า ในปัจจุบันสภาพตลาดของลูกหินขัดข้าวมีการแข่งขันต่ำในขณะที่ปริมาณการผลิตตอบสนองของผู้ผลิตไม่เพียงพอ โดยมูลค่าตลาดรวมมีทั้งหมด 179,743,500 บาท โรงงานลูกหินขัดข้าวต้องการส่วนแบ่งตลาด ร้อยละ 30 ดังนั้นจะมีส่วนแบ่งตลาด 53,923,050 บาท โดยเงินลงทุนเริ่มแรกที่ใช้ในการผลิตลูกหินขัดข้าวขนาดเล็ก เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นประมาณ 2,855,000 บาท เงินทุนหมุนเวียน 1,361,000 บาท มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) โดยใช้อัตราส่วนลด 15% เท่ากับ 1,063,000 บาท อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) 29 % มีระยะเวลาคืนทุน 3 ปี 5 เดือน จากการวิเคราะห์ด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องพบว่าโครงการผลิตลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่ใช้วัสดุทดแทนน่าลงทุน

2.2.15 การปรับปรุงประสิทธิภาพการท างานในโรงสีข้าวด้วยการบริหารคุณภาพแบบเบ็ดเสร็จ

อลงกรณ์ [20] การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินงานในโรงสีข้าวสหกรณ์บริการถาวรพัฒนาจำกัดด้วยการวิเคราะห์ SWOT และแผนภูมิแสดงเหตุและผล และเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานด้วยหลักการบริหารคุณภาพแบบเบ็ดเสร็จ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานและเข้าสังเกตขณะปฏิบัติงาน 2. วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์ 3. จัดทำเอกสารของมาตรฐานระบบการจัดการภายใต้แนวคิดการบริหารคุณภาพแบบเบ็ดเสร็จ 4. อบรมให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงาน 5. พิจารณาหาทางเลือกการแก้ปัญหาด้วยกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ 6. การเปรียบเทียบผลทางเลือกของการปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาหลักของโรงสีข้าวสหกรณ์บริการถาวรพัฒนาจำกัดคือ ผลผลิตมีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวต่ำ ต้องเร่งการบรรจุเพื่อให้ทันกำหนดส่งสินค้า และข้าวเปลือกบางส่วนเน่าเสีย แนวทางในการแก้ปัญหาคือ วางแผนการผลิตและการสต๊อกสินค้า กำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นด้วยหลักการ ECRS ออกแบบระบายความร้อนภายในกองข้าวเปลือก และออกแบบเครื่องเกลี่ยข้าวเปลือกใหม่

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ผ่านมา ได้นำทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

## 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ถาด
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เครื่องวัดความชื้น
6. เครื่องมือวัดความเร็วรอบมอเตอร์
7. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

## 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงวางแผนการดำเนินงานออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวตั้งแต่ข้าวเปลือกถึงข้าวสารเพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรต่าง ๆ ในกระบวนการสีข้าว

2. การศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วนเพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบของโรงสีทั้ง 8 แห่ง

3. ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าวเพื่อทราบค่าสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าวโรงสีทั้ง 8 แห่ง โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก. 888-2532

4. การศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์เพื่อทราบค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าวทั้ง 8 แห่ง

5. ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าวเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการสีข้าว

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวตั้งแต่ข้าวเปลือกถึงข้าวสาร ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรต่าง ๆ ในกระบวนการสีข้าว

วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้เพื่อเพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยเลือกโรงสีระดับชุมชนกำลังการผลิต 2-4 ตันต่อวัน ในเขตจังหวัดภาคกลางจำนวน 8 โรงสี ได้แก่ ปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ จังหวัดนครนายก รายละเอียดในการศึกษาดังต่อไปนี้

ศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวระดับชุมชนจะประกอบด้วยเครื่องจักรดังนี้ 1.เครื่องทำความสะอาด 2.เครื่องคัดขนาดข้าวเปลือก 3.เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก 4.เครื่องแยกแกลบ 5.เครื่องแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก 6.เครื่องขัดขาว 1 7.เครื่องขัดขาว 2 8.เครื่องขัดขาว 3 9.เครื่องขัดมัน 10.เครื่องคัดขนาดข้าว 11.อุปกรณ์ขนถ่าย ดังแสดงในตารางที่ 3.1 – 3.2

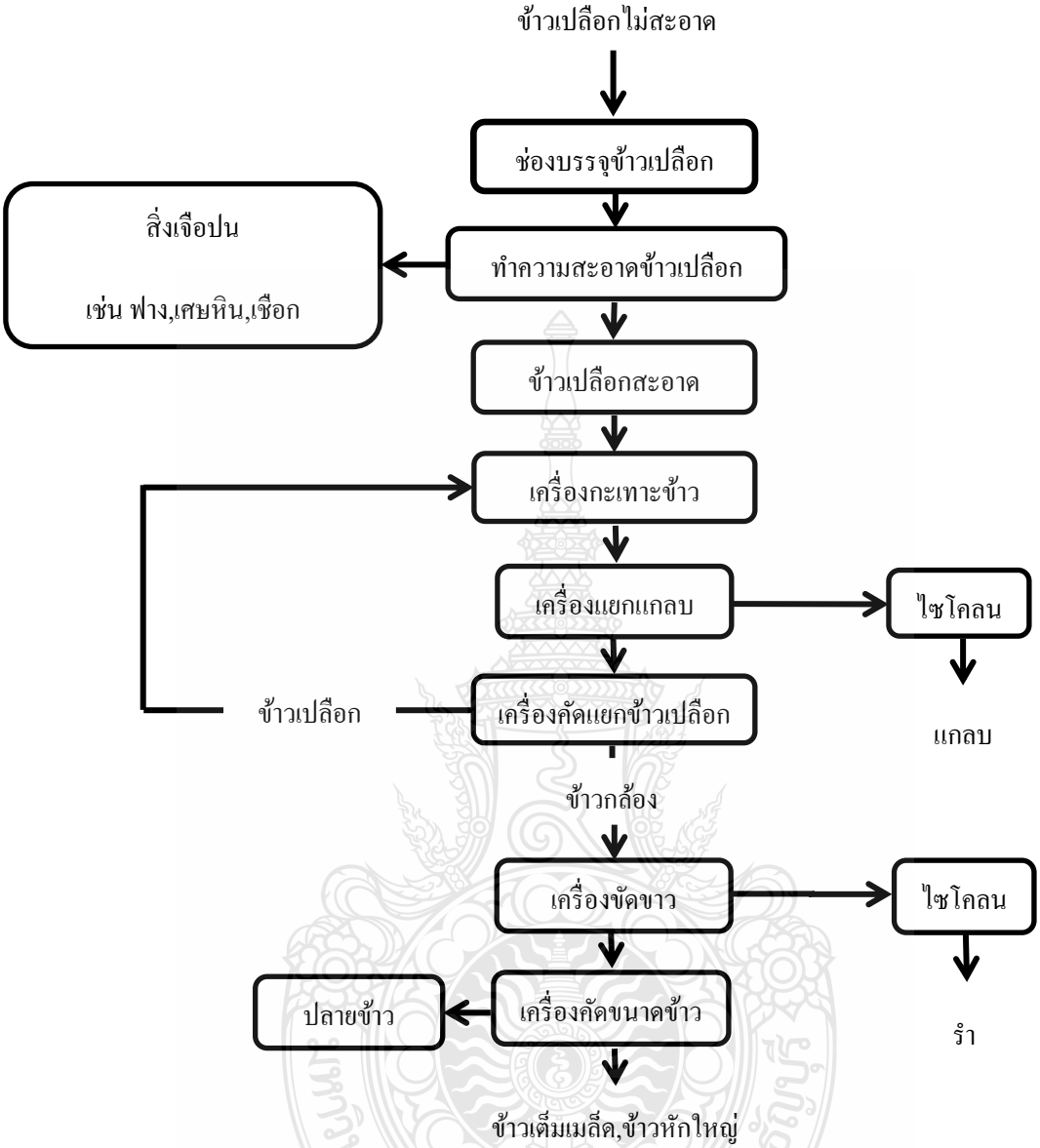
**ตารางที่ 3.1** เครื่องจักรในโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

| เครื่องจักรในโรงสีข้าว | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม อ.สามโก้ จ.อ่างทอง | วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา | ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก อ.เมือง จ.ราชบุรี | โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา อ.เมือง จ.นครนายก |
| **1. เครื่องทำความสะอาด** | x | x | x | x |
| **2. เครื่องคัดขนาดข้าวเปลือก** | - | - | - | - |
| **3.เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก** | x | x | x | x |
| **4. เครื่องแยกแกลบ** | x | x | x | x |
| **5.เครื่องแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก** | x | x | x | x |
| **6. เครื่องขัดขาว 1** | x | x | x | x |
| **7. เครื่องขัดขาว 2** | x | x | x | x |
| **8. เครื่องขัดขาว 3** | - | - | x | - |
| **9. เครื่องขัดมัน** | - | - | - | - |
| **10. เครื่องคัดขนาดข้าว** | x | x | x | x |

**ตารางที่ 3.2** เครื่องจักรในโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

| เครื่องจักรในโรงสีข้าว | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี | ศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย อ.บ้านนา จ.นครนายก | โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร | โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อ.ปากพลี จ.นครนายก |
| **1. เครื่องทำความสะอาด** | x | x | x | x |
| **2. เครื่องคัดขนาดข้าวเปลือก** | - | - | - | - |
| **3.เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก** | x | x | x | x |
| **4. เครื่องแยกแกลบ** | x | x | x | x |
| **5.เครื่องแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก** | x | x | x | x |
| **6. เครื่องขัดขาว 1** | x | x | x | x |
| **7. เครื่องขัดขาว 2** | x | - | x | - |
| **8. เครื่องขัดขาว 3** | - | - | - | - |
| **9. เครื่องขัดมัน** | - | - | - | - |
| **10. เครื่องคัดขนาดข้าว** | x | x | x | - |

ซึ่งขั้นตอนการทำงานของโรงสีข้าวชุมชนแสดงในรูปที่ 3.2 โดยขั้นตอนการทำงานเริ่มจากนำข้าวเปลือกไปสู่ช่องบรรจุ จากนั้นข้าวเปลือกจะทำความสะอาดด้วยตะแกรงร่อน จากนั้นข้าวเปลือกจะถูกลำเลียงไปหาชุดกะเทาะ แกลบจะถูกพัดลมดูดไปยังไซโคลนซึ่งเป็นที่เก็บรวบรวมแกลบ ข้าวเปลือกและข้าวกล้องจะตกลงไปชุดแยกข้าวเปลือก(Paddy separator) ข้าวกล้องจะผ่านไปยังชุดขัดขาว เครื่องคัดขนาดข้าว และลำเลียงไปยังที่รองรับข้าวขาวและข้าวหักตามลำดับ รำข้าวจะถูกพัดลมดูดไปยังไซโคลน เพื่อเก็บรวบรวมรำ ส่วนข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะถูกลำเลียงกลับไปยังเครื่องกะเทาะข้าวอีกครั้ง ดังรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.1** แผนภูมิการทำงานของโรงสีข้าว

3.2.2 ศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วน

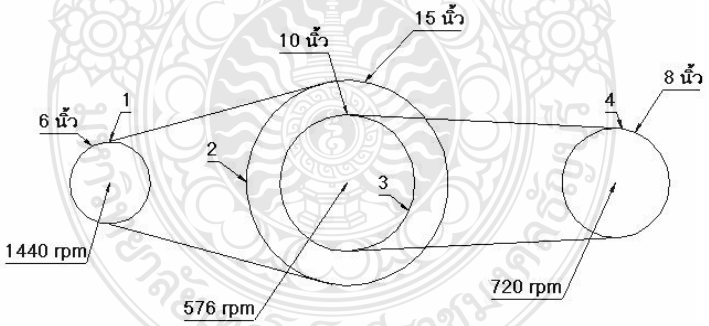
การศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วนโรงสีข้าว 8 โรงสี ได้แก่ ปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ จังหวัดนครนายก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วนโรงสีข้าวและระบบ

การส่งกำลังของเครื่องสีข้าว เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของชิ้นส่วนโรงสีข้าว โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) การศึกษาหาความเร็วรอบของชุดกะเทาะข้าวเปลือก

จากรูปที่ 3.4 แสดงการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ส่งกำลังไปหาเพลาลอยที่1 มีพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว และ 10 นิ้ว ตามลำดับ จากนั้นส่งกำลังไปยังลูกยางกะเทาะพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว

**รูปที่ 3.2** การส่งกำลังโดยสายพานไปยังชุดกะเทาะข้าวเปลือก



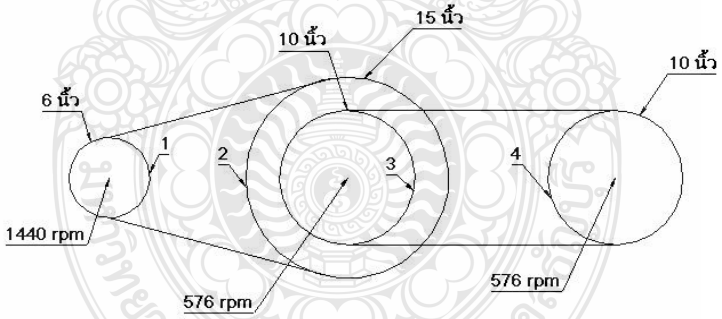

1. พูลเลย์มอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว
2. พูลเลย์ 15 นิ้ว เพลาลอยที่ 1
3. พูลเลย์ 10 นิ้ว เพลาลอยที่ 1
4. พูลเลย์ของลูกยางกะเทาะขนาด 8 นิ้ว

**รูปที่ 3.3** แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดกะเทาะข้าวเปลือก

2) การศึกษาหาความเร็วรอบของชุดขัดขาว 1

จากรูปที่ 3.6 แสดงการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ส่งกำลังไปยังเพลาลอยที่ 1 มีพูลเลย์ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว และ 10 นิ้ว ตามลำดับ จากนั้นส่งไปยังลูกหินขัดสีข้าวขาวมีพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว

**รูปที่ 3.4** การส่งกำลังโดยสายพานชุดขัดขาว 1



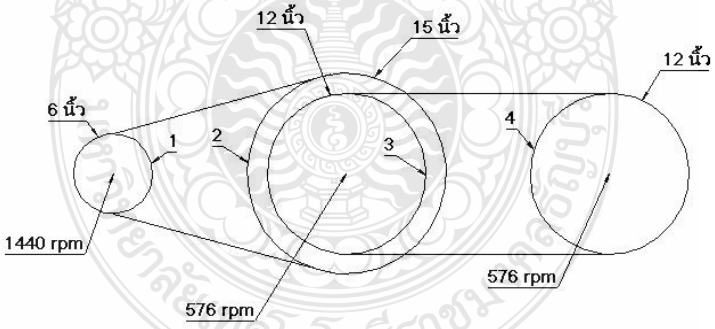

1. พูลเลย์จากมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว
2. พูลเลย์ 15 นิ้ว จากเพลาลอยที่ 1
3. พูลเลย์ 10 นิ้ว จากเพลาลอยที่ 1
4. พูลเลย์ของลูกหินขัดสีขนาด 10 นิ้ว

**รูปที่ 3.5** แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดขัดขาว 1

3) การศึกษาหาความเร็วรอบของชุดขัดขาว 2

จากรูปที่ 3.8 แสดงการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ส่งกำลังไปยังเพลาลอยที่ 1 มีพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว และ 12 นิ้ว ตามลำดับ จากนั้นส่งไปยังลูกหินขัดสีข้าวขาวมีพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว

**รูปที่ 3.6** การส่งกำลังโดยสายพานชุดขัดขาว 2



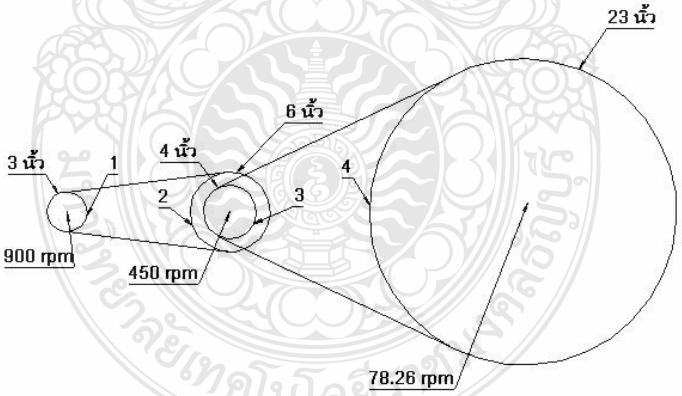

1. พูลเลย์จากมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว
2. พูลเลย์ 15 นิ้ว จากเพลาลอยที่ 1
3. พูลเลย์ 12นิ้ว จากเพลาลอยที่ 1
4. พูลเลย์ของลูกยางกะเทาะขนาด 12 นิ้ว

**รูปที่ 3.7** แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของชุดขัดขาว 2

4) การศึกษาหาความเร็วรอบของเครื่องคัดขนาดข้าวกล้อง

จากรูปที่ 3.10 แสดงการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ส่งกำลังไปยังเพลาลอยที่ 2 มีพูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และ 4 นิ้ว ตามลำดับ จากนั้นส่งไปหาข้อเหวี่ยงลำเลียงข้าวกล้องมี พูลเลย์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 23 นิ้ว

**รูปที่ 3.8** การส่งกำลังโดยสายพานเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง




1. พูลเลย์จากมอเตอร์ขนาด 3 นิ้ว
2. พูลเลย์ 6 นิ้ว จากเพลาลอยที่ 2
3. พูลเลย์ 4 นิ้ว จากเพลาลอยที่ 2
4. พูลเลย์ของข้อเหวี่ยงลำเลียงข้าวกล้องขนาด 23 นิ้ว

**รูปที่ 3.9** แผนภาพการถ่ายทอดกำลังของเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง

จากรูปแสดงการหาความเร็วรอบของระบบการกะเทาะข้าวเปลือก ระบบขัดขาว เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง สามารถหาความเร็วรอบได้จากสมการที่ 3.4

$$n_1 d_1 = n_2 d_2 \quad (3.4)$$

เมื่อ $n_1$ คือ ความเร็วรอบพูเลย์ตัวขับ (Driving pulley)

$d_1$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวขับ (Driving pulley)

$n_2$ คือ ความเร็วรอบพูเลย์ตัวตาม (Driven pulley)

$d_2$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวตาม (Driven pulley)

3.2.3 ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว

ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว 8 โรงสี ได้แก่ ปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ จังหวัดนครนายก มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าว และปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะข้าวเปลือกซึ่งใช้เครื่องกะเทาะข้าวแบบลูกยางเพื่อทราบค่าสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลการสีข้าว ร้อยละการขัดสี ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด สมรรถนะการสีข้าว โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) ตรวจสอบเครื่องสีข้าวให้อยู่ในสภาพใช้งานได้

2) ศึกษาความสะอาดของข้าวเปลือกความสะอาดของข้าวเปลือกก่อนการทดสอบ หาได้จากการชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกจำนวน 100 กรัม มาทำการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากนั้นชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกสะอาดและสิ่งเจือปน ดังรูปที่ 3.10 ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์สมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว

**รูป (ก)** **รูป (ข)** **รูป (ค)**

รูป (ก) คือ ข้าวที่ยังไม่คัดสิ่งเจอปนออก จำนวน 100 กรัม

รูป (ข) คือ ข้าวที่คัดสิ่งเจอปนออกแล้ว

รูป (ค) คือ สิ่งเจือปน

**รูปที่ 3.10** ความสะอาดของข้าวเปลือก

ค่าความสะอาดของข้าวเปลือกหาได้จากสมการที่ (3.5)

$$Pu = \frac{\text{ข้าวเปลือกสะอาด(กรัม)}}{\text{ข้าวเปลือกสะอาด(กรัม)} + \text{สิ่งเจอปน(กรัม)}} \times 100 \qquad (3.5)$$

3) ศึกษาค่าความชื้นข้าวเปลือกการวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องมือวัดค่าความชื้น (Moisture meter) ยี่ห้อ Kett รุ่น Ricter F Series สามารถแสดงผลในระบบดิจิตอล สามารถวัดความชื้นข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวนึ่งได้ (รูปที่ 3.11) ทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์สมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว

**รูปที่ 3.11** การวัดความชื้นข้าวเปลือก

ขั้นตอนของการวัดความชื้นข้าวเปลือก

- เปิดสวิทช์เครื่องวัดความชื้น
- นำข้าวเปลือกตัวอย่างใส่ในแผ่นบรรจุข้าวเปลือกของเครื่องวัดความชื้น โดยห้ามมือสัมผัสเมล็ดข้าวเปลือกเพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง
- นำแผ่นบรรจุข้าวเปลือกใส่ในเครื่องวัดความชื้นและบิดเกลียวขันลงให้แน่น
- กดปุ่มวัดความชื้น อ่านค่าและบันทึกผล
- ทำซ้ำจำนาน 10 ครั้ง และหาค่าความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก โดยกดปุ่ม AVE ของเครื่องวัดความชื้น

4) ชั่งน้ำหนักของข้าวเปลือกก่อนป้อนเข้าสู่ชุดรองรับข้าวเปลือก บันทึกผล

5) เทข้าวเปลือกไปยังช่องบรรจุข้าวเปลือก

6) เดินเครื่องสีข้าวเปลือกและจับเวลาในการทำงาน

7) ข้าวเปลือกถูกลำเลียงไปยังเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกในระหว่างการทดสอบให้เก็บตัวอย่างข้าวจากช่องทางที่ข้าวผ่าน ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการทดสอบปริมาณการขัดสี หาค่าน้ำหนักต่อหน่วยเวลาของปริมาณต่างๆ ดังนี้

7.1 ช่องทางผ่านข้าวกล้อง แยกปริมาณข้าวกล้องเต็มเมล็ดจากข้าวกล้องที่เก็บได้ในตารางที่ 3.3

7.2 ช่องทางออกปลายข้าวในตารางที่ 3.3

7.3 ช่องทางออกข้าวแยกปริมาณข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก ในตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3** ปริมาณผลการทดสอบที่ช่องทางออกต่างๆ

| | **ช่องทางผ่านข้าวกล้อง** | **ช่องทางออกปลายข้าว** | **ช่องทางออกข้าวขาว** |
|---|---|---|---|
| **ข้าวกล้องเต็มเมล็ด** | $W_2$ | - | - |
| **ปลายข้าว** | - | A | - |
| **ข้าวเต็มเมล็ด** | - | - | B |
| **ต้นข้าว** | - | - | C |
| **ข้าวหักใหญ่** | - | - | D |
| **ข้าวหัก** | - | - | E |

7.4 คำนวณหาค่าชี้ต่างๆ ดังนี้

7.4.1 ประสิทธิภาพการสีข้าว (Milling Rice Recovery, MRR)

หาได้จากผลรวมของน้ำหนัก ปลายข้าว ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก หารด้วยน้ำหนักของข้าวเปลือก คูณด้วยหนึ่งร้อย แสดงดังสมการที่ (3.1)

$$MRR = \frac{A + B + C + D + E}{T} \times 100 \qquad (3.1)$$

6.4.2 ประสิทธิผลการสีข้าว (Head Rice Recovery, HRR)

หาได้จากผลรวมของน้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด และต้นข้าว หารด้วยน้ำหนักของข้าวเปลือกคูณด้วยหนึ่งร้อย แสดงดังสมการที่ (3.2)

$$HRR = \frac{B + C}{T} \times 100 \qquad (3.2)$$

6.4.3 ปริมาณการขัดสี (Degree of polish, DOP)

หาได้จากผลต่างของหนึ่งและอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของข้าวขาวเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด และน้ำหนักของข้าวกล้องเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด คูณด้วยหนึ่งร้อย แสดงดังสมการที่ (3.3)

$$\text{ร้อยละ} = \left(1 - \frac{W_1}{W_2}\right) \times 100 \qquad (3.3)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณปลายข้าว เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

B คือ ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

C คือ ปริมาณต้นข้าว เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

D คือ ปริมาณข้าวหักใหญ่ เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

E คือ ปริมาณข้าวหัก เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

T คือ ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก ที่ถูกป้อนเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

$W_1$ คือ น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด เป็นกรัม

$W_2$ คือ น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด เป็นกรัม

3.2.4 ศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์

ศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์โรงสีทั้ง 8 แห่งได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายกมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าว และทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสีข้าวชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลข้อเสนอแนะการเพิ่มประสิทธิภาพในการสีข้าว โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

หาได้จากค่าใช้จ่ายที่ตัดจากมูลค่าของสินทรัพย์ ที่กิจการใช้ประโยชน์ประจำงวด ทั้งนี้เพราะสินทรัพย์ประเภท อุปกรณ์ เครื่องจักร เป็นสินทรัพย์ที่มีไว้ใช้งานเป็นระยะเวลายาวนานและมักจะมูลค่าสูง จึงมีการประมาณประโยชน์จากสินทรัพย์เหล่านี้เฉลี่ยเป็นค่าใช้จ่ายแต่ละงวด สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.6

$$D(\text{Baht/y}) = \frac{(P - s)}{L} \tag{3.6}$$

2) ค่าดอกเบี้ย (I)

คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของผลรวมระหว่างราคาเครื่องจักรกับมูลค่าซาก คูณด้วยอัตราดอกเบี้ยซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 3.7

$$I(\text{Baht/y}) = \left( \frac{(P + s)}{2} \right) i \tag{3.7}$$

3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M)

หาได้จากค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอะไหล่ของโรงสีข้าว เช่น ลูกยางกะเทาะ หินขัดขาว แผ่นยางขัดขาวและสายพานต่างๆ โดยคิดในหน่วย บาทต่อชั่วโมง

4) ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องสีข้าว (TC)

ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องจักรหาได้จากผลรวมระหว่างค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปร คำนวณได้จากสมการ 3.8

$$\mathrm{TC(Baht/h)} = \frac{(\mathrm{FC})}{\mathrm{X}} + \mathrm{VC} \qquad (3.8)$$

5) จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

คำนวณได้จากระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่บริการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.9

$$\mathrm{BEP(h/y)} = \frac{\mathrm{FC}}{\mathrm{B} - \mathrm{VC}} \qquad (3.9)$$

6) ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จาก อัตราส่วนระหว่างราคาของโรงเรือนและเครื่องจักรต กำไรสุทธิ สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 3.10

$$\mathrm{PBP(Year)} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{R}} \qquad (3.10)$$

เมื่อ P คือ ราคาโรงสี (บาท)

s คือ มูลค่าซาก (บาท/ปี)

L คือ อายุการใช้งาน (ปี)

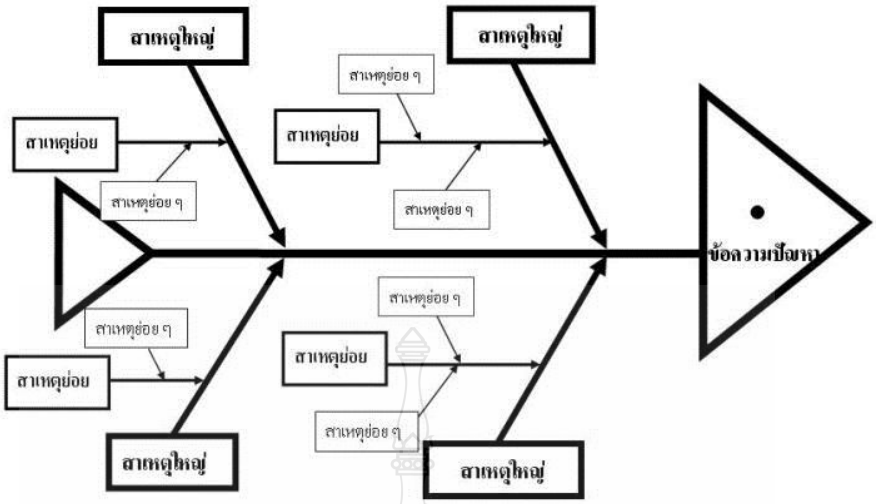
| | | |
|---|---|---|
| Fc | คือ | ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท/ปี) |
| VC | คือ | ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ชั่วโมง) |
| B | คือ | อัตราการรับจ้าง (บาท/ชั่วโมง) |
| R | คือ | กำไรสุทธิต่อปี (บาท/ปี) |

3.2.5 ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว

ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของโรงสีทั้ง 8 แห่งได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด ระดับความดังของเสียงในโรงสี ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 มากที่สุด มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของโรงสีข้าวในชุมชน

วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของโรงสีข้าวที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องกะเทาะ เครื่องขัดขาว เครื่องทำความสะอาด เครื่องคัดแยกข้าวเปลือก เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โดยการใช้หลักการของแผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์ปัญหา ดังรูป 3.12




**รูปที่ 3.12** แผนภูมิก้างปลา [4]

2) ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อยกระดับโรงสีข้าวชุมชนต่อประธานโรงสีข้าว
3) ตรวจสอบเครื่องสีข้าวก่อนการปรับปรุง
4) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว
5) ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าวหลังการปรับปรุง

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงานวิจัย

จากวิธีการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวตั้งแต่ข้าวเปลือกถึงข้าวสาร ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรต่าง ๆ ในกระบวนการสีข้าว
2. การศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วน
3. ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว
4. การศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์
5. ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว

## 4.1 ผลการศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าวระดับชุมชน

4.1.1 โรงสีข้าวบ้านทองครึม ตำบล มงคลธรรมนิมิต อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง

โรงสีข้าวบ้านทองครึม เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 2.5 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ เครื่องจักรประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก จำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 2 เครื่อง เครื่องคัดขนาดข้าวจำนวน 1 เครื่อง รูปที่ 4.1-4.4 แสดงโรงสีข้าวบ้านทองครึม เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ(Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาว จำนวน 2 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าว จำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.1** ป้ายโรงสีบ้านทองครึม

**รูปที่ 4.2** ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีบ้านทองครึม

**รูปที่ 4.3** เครื่องขัดขาว โรงสีบ้านทองครึม

**รูปที่ 4.4** เครื่องคัดขนาดข้าวขนาดเล็ก โรงสีบ้านทองครึม

4.1.2 โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ตำบลคู้ยายหมี อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 4 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 2 เครื่อง รูปที่ 4.5-4.8 แสดงโรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาว จำนวน 2 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าว จำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.5** ป้ายโรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้

**รูปที่ 4.6** โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้

**รูปที่ 4.7** เครื่องขัดขาว โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้

**รูปที่ 4.8** ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้

4.1.3 โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ตำบลเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 4 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก จำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 2 เครื่อง รูปที่ 4.9-4.13 แสดงโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาว จำนวน 3 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าว จำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.9** ป้ายโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

**รูปที่ 4.10** โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

**รูปที่ 4.11** ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

**รูปที่ 4.12** เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

**รูปที่ 4.13** เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

4.1.4 โรงสีข้าวข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ตำบลศรีจุฬา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

โรงสีข้าวข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 3 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 1 เครื่อง รูปที่ 4.14-4.17 แสดงโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาวจำนวน 2 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าวจำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.14** ป้ายโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

**รูปที่ 4.15** โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

**รูปที่ 4.16** เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

**รูปที่ 4.17** เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

4.1.5 โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

โรงสีศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 2 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก จำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 2 เครื่อง รูปที่ 4.18-4.20 แสดงโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็ว

ไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาวจำนวน 1 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าวจำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.18** ป้ายโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

**รูปที่ 4.19** เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

**รูปที่ 4.20** เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

4.1.6 โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย ตำบลพิกุลออก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก

โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 2 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 1 เครื่อง รูปที่ 4.21-4.24 แสดงโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 3 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาวจำนวน 1 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าวจำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.21** ป้ายโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย

**รูปที่ 4.22** โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย

**รูปที่ 4.23** ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย

**รูปที่ 4.24** เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย

4.1.7 โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 2 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 1 เครื่อง รูปที่ 4.25-4.28 แสดงโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2 ลูก หมุนด้วยความเร็ว

ไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาวจำนวน 1 ชุด และเครื่องคัดขนาดข้าวจำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.25** ป้ายโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา

**รูปที่ 4.26** โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา

**รูปที่ 4.27** เครื่องขัดขาว โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา

**รูปที่ 4.28** เครื่องคัดขนาดข้าวสาร โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา

4.1.8 โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ตำบลเกาะหวาย อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ เป็นโรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณ 2 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกทำเกษตรแบบอินทรีย์ ประกอบด้วยเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาวจำนวน 1 เครื่อง รูปที่ 4.29-4.31 แสดงโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 3 ลูก หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากันและสามารถปรับระยะห่างได้ตามต้องการ เครื่องขัดขาวจำนวน 1 ชุด

**รูปที่ 4.29** ป้ายโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

**รูปที่ 4.30** โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

**รูปที่ 4.31** ลูกยางกะเทาะข้าว โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

## 4.2 ผลการศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วน

ผลการศึกษาความเร็วรอบของชิ้นส่วนในโรงสีข้าวได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ แสดงดังตารางที่ 4.1-4.2

**ตารางที่ 4.1** ความเร็วรอบของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

| รายการ | บ้านทองครึม | กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ | ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก | ชุมชนบ้านศรีจุฬา |
|---|---|---|---|---|
| 1. ความเร็วรอบชุดกะเทาะข้าวเปลือก (รอบต่อนาที) | 720 | 889 | 806 | 830 |
| 2. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 1 (รอบต่อนาที) | 576 | 400 | 480 | 530 |
| 3. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 2 (รอบต่อนาที) | 576 | 400 | 480 | 420 |
| 4. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 3 (รอบต่อนาที) | - | - | 480 | - |
| 5. ความเร็วรอบชุดคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (รอบต่อนาที) | 78 | 89 | 108 | 102 |

**ตารางที่ 4.2** ความเร็วรอบของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

| รายการ | ศูนย์ข้าว ศพก. | ศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย | ชุมชนพร้อมใจพัฒนา | ชุมชนบ้านยอยไฮ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ความเร็วรอบชุดกะเทาะข้าวเปลือก (รอบต่อนาที) | 752 | 718 | 750 | 712 |
| 2. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 1 (รอบต่อนาที) | 410 | 350 | 420 | 360 |
| 3. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 2 (รอบต่อนาที) | 410 | - | - | - |

**ตารางที่ 4.2** ความเร็วรอบของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้า โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ (ต่อ)

| รายการ | ศูนย์ข้าว ศพก. | ศูนย์ข้าวชุมชน บ้านเกาะไม้ลาย | ชุมชนพร้อมใจ พัฒนา | ชุมชนบ้าน ยอยไฮ |
|---|---|---|---|---|
| 4. ความเร็วรอบชุดขัดขาว 3 (รอบต่อนาที) | - | - | - | - |
| 5. ความเร็วรอบชุดคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (รอบต่อนาที) | 68 | 62 | 82 | 68 |

จากตารางที่ 4.1 – 4.2 พบว่า ความเร็วรอบชุดกะเทาะข้าวเปลือกแปรผันอยู่ระหว่าง 712-889 รอบต่อนาที ขณะที่ความเร็วรอบชุดขัดขาว 1 แปรผันอยู่ระหว่าง 350-576 รอบต่อนาที ขณะที่ความเร็วรอบชุดขัดขาว 2 แปรผันอยู่ระหว่าง 400-576 รอบต่อนาที ขณะที่ความเร็วรอบชุดขัดขาว 3 มีค่าเท่ากับ 480 รอบต่อนาที ความเร็วรอบชุดคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแปรผันอยู่ระหว่าง 62-108 รอบต่อนาที ซึ่งทุกโรงสีจะมีความเร็วรอบในการทำงานของเครื่องจักรในการสีใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนัก

## 4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว

ผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว ของโรงสี ทั้ง 8 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดราชบุรี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ จังหวัดนครนายก แสดงรายละเอียด ในตารางที่ 4.3-4.10

**ตารางที่ 4.3** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวบ้านทองครึม

| รายการ | โรงสีข้าวบ้านทองครึม | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมมะลิ 105 | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 80 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 58 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 79 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 58 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 73 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 15 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 18 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 17 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 96 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.3 [300] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.19 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 90 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

-

**ตารางที่ 4.4** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้

| รายการ | โรงสีข้าวบ้านบึงตะเข้ | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมมะลิแดง | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 15 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 80 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 67 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 152 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 121 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 80 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 40 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 50 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 20 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 97 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.28 [280] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.19 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 89 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

-

**ตารางที่ 4.5** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก

| รายการ | โรงสีข้าวชุมชนเจดีย์หัก | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมปทุม | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 82 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 68 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 145 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 117 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 81 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 19 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 22 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 96 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.14 [140] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.10 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 94 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

**ตารางที่ 4.6** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

| รายการ | โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | ข้าวหอมมะลิแดง | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 15 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 65 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 50 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 206 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 112 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 54 * | 60 | ไม่ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 23 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 94 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.40 [400] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.22 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 102 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

**ตารางที่ 4.7** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

| รายการ | โรงสีข้าว ศพก. | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมปทุม | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 78 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 53 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 250 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 153 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 61 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 16 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 20 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 95 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.50 [500] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.30 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 92 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

**ตารางที่ 4.8** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย

| รายการ | โรงสีข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | เหลืองทอง | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 15 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 93 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 71 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 25 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 15 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 60 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 25 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 20 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 95 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.12 [120] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.05 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 89 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

**ตารางที่ 4.9** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา

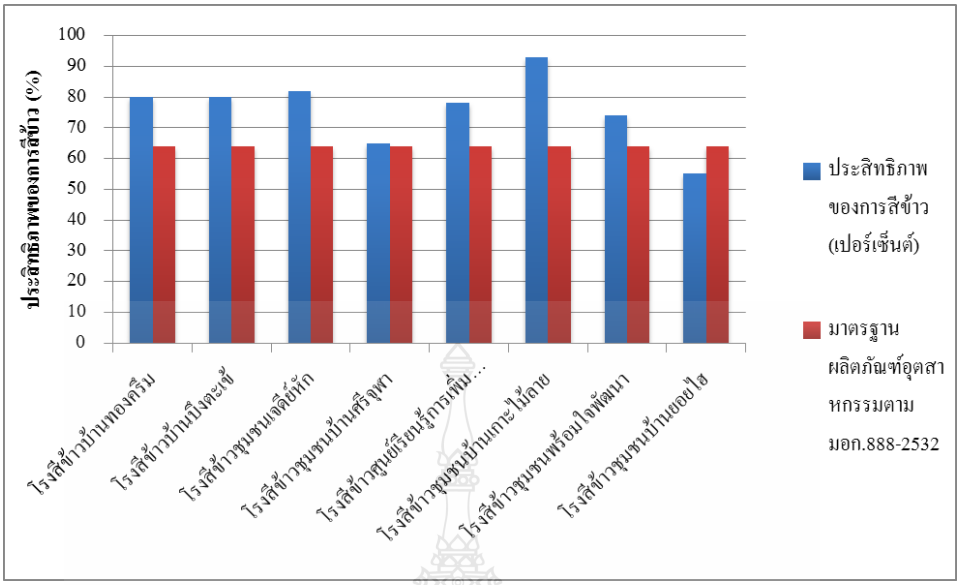
| รายการ | โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมปทุม | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 12 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 74 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 50 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 100 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 61 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 61 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 16 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 20 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 95 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.20 [200] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.12 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 88 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

**ตารางที่ 4.10** ประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

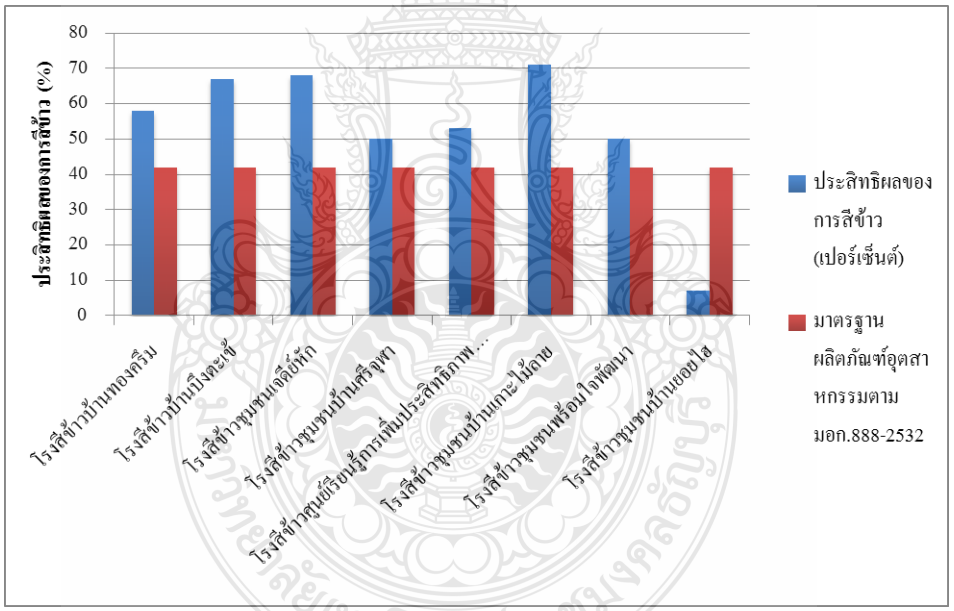
| รายการ | โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | เหลืองทอง | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 15 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 55 * | 64 | ไม่ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 7 * | 42 | ไม่ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 70 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 37 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 52 * | 60 | ไม่ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 36 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 44 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 95 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.14 [140] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.07 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 91 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

จากตารางที่ 4.3-4.10 พบว่า ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือกก่อนการทดสอบมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 13 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความชื้นเฉลี่ยของข้าวสารอยู่ระหว่าง 12 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ประสิทธิภาพการสีข้าวอยู่ระหว่าง 54 ถึง 93 เปอร์เซ็นต์ โดยโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลายมีค่าประสิทธิภาพการสีสูงสุดเท่ากับ 93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกโรงสีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ขณะที่ประสิทธิผลของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 7 ถึง 71 เปอร์เซ็นต์ โดยโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮมีค่าประสิทธิผลการสีต่ำสุดเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์และโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลายประสิทธิผลการสีสูงสุดเท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกโรงสีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ขณะที่ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดอยู่ระหว่าง 52 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮมีค่าร้อยละข้าวเต็มเมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หักมีค่าร้อยละข้าวเต็มเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกโรงสีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮและโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา ขณะที่สมรรถนะการสีข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.30 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง โดยโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลายมีค่าสมรรถนะการสีข้าวเปลือกต่ำสุดเท่ากับ 0.12 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง โรงสีข้าวบ้านทองครึมมีค่าสมรรถนะการสีข้าวเปลือกสูงสุดเท่ากับ 0.30 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง ขณะที่สมรรถนะการสีข้าวสารอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.22 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง โดยโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลายมีค่าสมรรถนะการสีข้าวสารต่ำสุดเท่ากับ 0.05 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬามีค่าสมรรถนะการสีข้าวสารสูงสุดเท่ากับ 0.22 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง ขณะที่ระดับความดังของเสียงในโรงสีอยู่ระหว่าง 88 ถึง 102 เดซิเบล

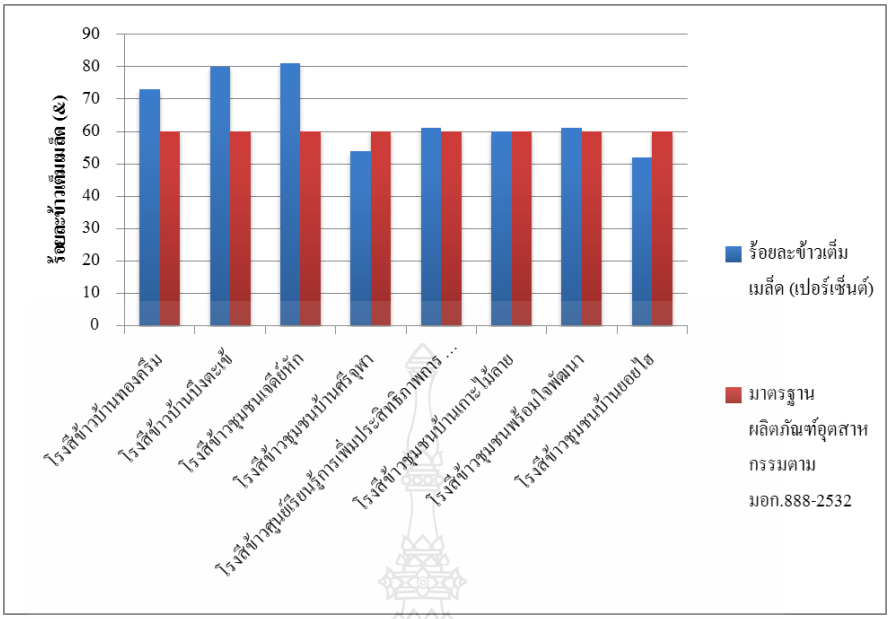
โดยโรงสีข้าวกลุ่มแม่บ้านโรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนามีค่าระดับความดังของเสียงในโรงสีต่ำสุดเท่ากับ 88 เดซิเบลและโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬาหักมีค่าระดับความดังของเสียงในโรงสีสูงสุดเท่ากับ 102 เดซิเบล ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดค่าระดับความดังของเสียงไว้ที่ 85 เดซิเบล ซึ่งทุกโรงสีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน รูปที่ 4.32 -4.37 แสดงผลการทดสอบ สมรรถนะ และประสิทธิภาพ โรงสีข้าวชุมชน ทั้ง 8 แห่ง



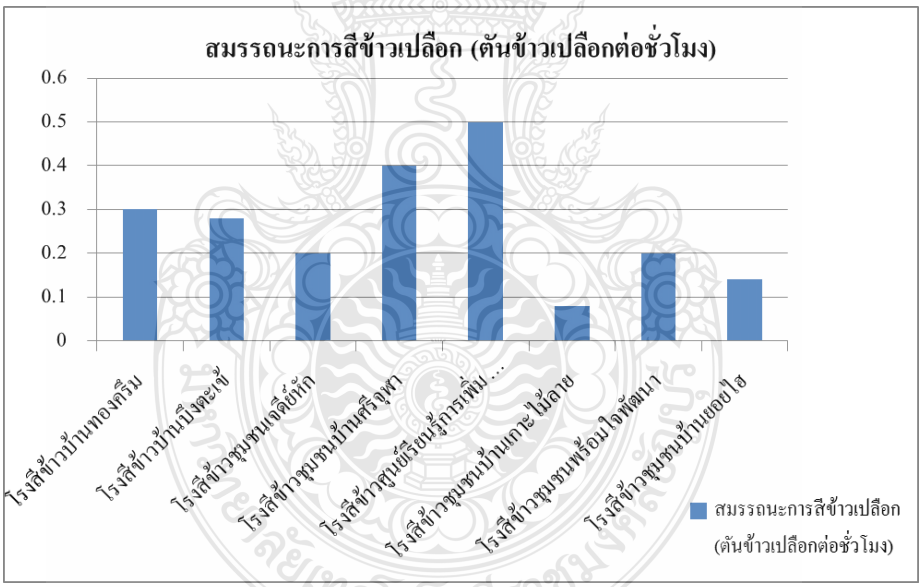

**รูปที่ 4.32** แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์)



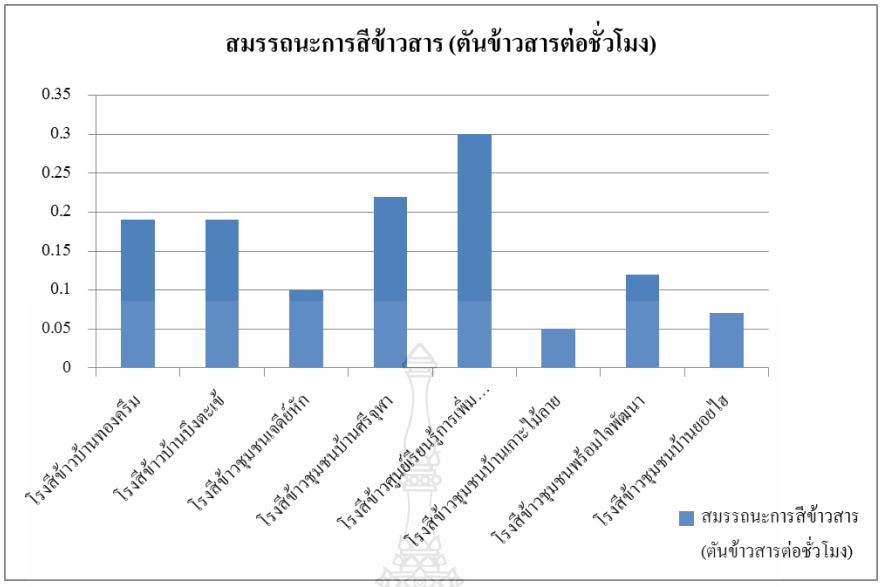

**รูปที่ 4.33** แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์)



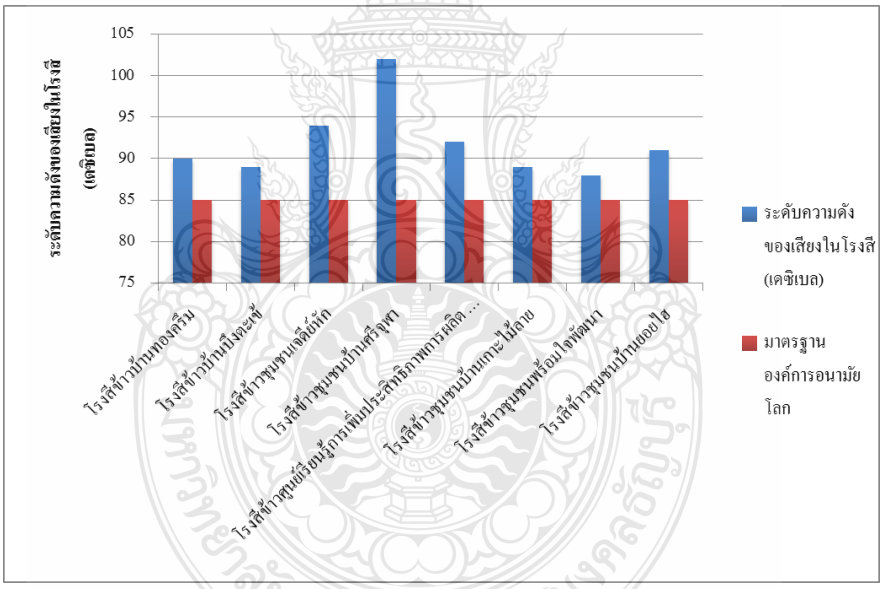

**รูปที่ 4.34** แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)




**รูปที่ 4.35** แผนภูมิแท่งแสดงสมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง)




**รูปที่ 4.36** แผนภูมิแท่งแสดงสมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง)




**รูปที่ 4.37** แผนภูมิแท่งแสดงระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล)

จากรูปที่ 4.32-4.37 พบว่าค่าความสะอาดของข้าวเปลือกแปรผันอยู่ระหว่าง 94-97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสะอาดค่อนข้างสูง เนื่องจากเกษตรกรใช้รถเกี่ยวข้าว ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปริมาณการขัดสีแปรผันอยู่ระหว่าง 13-44 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าโรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอไฮ มีปริมาณการขัดสีสูงสุด เท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีปริมาณการขัดสีเฉลี่ย 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งนี้เพราะว่าโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา สีข้าวหอมมะลิแดง จึงต้องขัดสีข้าว

มากเป็นพิเศษ ซึ่งในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดมาตรฐานการขัดสีไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรไม่เสียรำหรือปลายข้าวให้กับโรงสีมากเกินไปและจากเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดความสามารถในการสีข้าวเปลือกไม่เกิน 800 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่งโมง พบว่าทุกโรงสีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสีข้าวพบว่า ความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเปลือกควรอยู่ระหว่าง 13 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ จะให้ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ดมีค่าสูง ดังนั้นเกษตรกรที่นำข้าวมาสี ควรพิจารณาค่าความชื้นของข้าวเปลือกไม่ให้สูงเกินกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นไม่ควรต่ำกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ เพราะความชื้นของข้าวเปลือกที่มากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ข้าวเปลือกมีการแตกหักมาก ขณะที่ความชื้นของข้าวเปลือกต่ำกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ข้าวสารที่ได้ป่นมากเกินไป

## 4.4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวระดับชุมชน จำนวน 8 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ เมื่อทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายได้ดังนี้ (โรงสีข้าวบ้านทองครึม อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง)

4.4.1 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานคำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้ (ตารางที่ 4.7)

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

1. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา (DP) แบบ Straight-line method DP = (P-S)/L โดย P คือ ราคาซื้อเครื่องจักรและโรงเรือน (บาท) S คือ ราคาขายหรือมูลค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ (บาท) L คือ อายุการใช้งานของเครื่องจักรและโรงเรือน (ปี)

ราคาเครื่องสีข้าวจากตารางที่ 4.7 เช่น โรงสีข้าวบ้านทองครึม ราคาเครื่องสีข้าวเท่ากับ 450,000 บาท รวมกับราคาโรงเรือน 250,000 บาท มีมูลค่าซากเมื่อสิ้นปีที่ 15 มีมูลค่าคงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุน

ดังนั้น ราคาซาก (S) = (10 / 100)(700,000) = 70,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (P-S) / L = (700,000 – 70,000) / 15 = 42,000 บาท

2. ค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment) คิดค่าเสียโอกาส (I) = ((P+S) / 2)(I / 100) โดยที่ I คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี (เปอร์เซ็นต์)

กำหนดอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 10 %

ดังนั้น ค่าเสียโอกาสต่อปี = ((700,000 + 70,000)/2)(10/100) = 38,500 บาทต่อปี

รวมค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี (Fixed cost) = 42,000 + 38,500 = 80,500 บาท

2) ต้นทุนผันแปร (Variable cost)

1. ค่าจ้างแรงงาน 10,000 บาทต่อเดือน ซึ่งทำงาน 15 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 15 × 8 = 120 ชั่วโมง และ หาค่าเป็นบาทต่อชั่วโมง คิดได้ดังนี้ 10,000/120 = 83 บาทต่อชั่วโมง

2. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (Repair and maintenance) จากการคิดค่าอะไหล่ของโรงสีข้าวเท่ากับ 2,000 บาทต่อเดือน คำนวณค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ซึ่งทำงาน 15 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 15 × 8 = 120 ชั่วโมง เป็นบาทต่อชั่วโมง รวมได้ดังนี้ 2,000 / 120 = 17 บาทต่อชั่วโมง

3. ค่าไฟฟ้า คิดเป็น 3,000 บาทต่อเดือน คำนวณค่าไฟฟ้า ซึ่งทำงาน 15 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 15 × 8 = 120 ชั่วโมง เป็นบาทต่อชั่วโมง คำนวณได้ดังนี้ 3,000 / 120 = 25 บาทต่อชั่วโมง

4. ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 30%ของค่าไฟฟ้า คำนวณได้ดังนี้ 25 × 0.3 = 8 บาทต่อชั่วโมง

5. รวมค่าใช้จ่ายผันแปร คำนวณดังนี้ ค่าจ้างแรงงาน + ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา + ค่าไฟฟ้า + ค่าสารหล่อลื่น คำนวณได้ดังนี้ 83 + 17 + 25 + 8 = 133 บาทต่อชั่วโมง

4.4.2 จุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุน = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตรารับจ้างสีข้าวเปลือก - ค่าใช้จ่ายผันแปร)
ค่าใช้จ่ายคงที่ = 80,500 บาทต่อปี

อัตรารับจ้างสีข้าวเปลือก = 300 บาทต่อชั่วโมง ค่าใช้จ่ายผันแปร = 133 บาทต่อชั่วโมง ดังนั้นการใช้งานที่จุดคุ้มทุนคือ 80,500 / (300 - 133) = 481 ชั่วโมงต่อปี หรือเท่ากับ 481 × 0.3 = 145 ตันข้าวเปลือกต่อปี

4.4.3 ระยะเวลาการคืนทุน

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ระยะเวลาการคืนทุนมีดังนี้ ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าสารหล่อลื่น ค่าจ้างแรงงาน และต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ย

| | | |
|---|---|---|
| ชั่วโมงการทำงาน | 1,000 | ชั่วโมงต่อปี |
| ดอกเบี้ย | 38,500 | บาทต่อปี |
| ต้นทุนผันแปร | 133,000 | บาทต่อปี หรือ 133 บาทต่อชั่วโมง |
| ต้นทุนรวม | 133,000 + 38,500 = 171,500 | บาทต่อปี |
| ระยะเวลาการคืนทุน | 700,000 / (300 × 1000) = 5.4 | ปี |

ดังนั้นถ้า 1 ปี ทำงาน 1,000 ชั่วโมง ระยะเวลาการคืนทุนจะเท่ากับ 5.4 ปี

**ตารางที่ 4.11** แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

| รายละเอียด | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงสีบ้านทองครึม | โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ | โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก | โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา |
| 1. ราคาเครื่องสีข้าว (บาท) | 450,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 |
| 2. ราคาโรงเรือน (บาท) | 250,000 | 300,000 | 200,000 | 100,000 |
| 3. ชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อปี) | 1000 | 1500 | 1800 | 1000 |
| 4. อายุการใช้งาน (ปี) | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 5. มูลค่าซาก (10%P) | 70,000 | 90,000 | 80,000 | 70,000 |
| 6. ค่าดอกเบี้ย (บาทต่อปี) | 38,500 | 49,500 | 44,000 | 32,900 |
| 7. ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี) | 42,000 | 54,000 | 48,000 | 42,000 |
| 8. ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี) | 80,500 | 103,500 | 92,000 | 80,500 |
| 9. ค่าแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง) * | 83 | 50 | 57 | 74 |
| 10. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาทต่อชั่วโมง) | 17 | 13 | 12 | 15 |
| 11. ค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง) | 25 | 50 | 40 | 30 |
| 12. ค่าสารหล่อลื่น | 8 | 15 | 17 | 9 |
| 13. ค่าใช้จ่ายแปรผัน (บาทต่อชั่วโมง) | 133 | 128 | 143 | 128 |

**ตารางที่ 4.11** แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา (ต่อ)

| รายละเอียด | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงสีบ้านทองครึม | โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ | โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก | โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา |
| 14. ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อชั่วโมง) | 81 | 69 | 51 | 81 |
| 15. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาทต่อชั่วโมง) | 214 | 197 | 194 | 209 |
| 16. อัตราการสีข้าวเปลือก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) | 300 | 280 | 140 | 400 |
| 17. ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาทต่อกิโลกรัม) | 0.71 | 0.70 | 1.23 | 0.52 |
| 18. อัตรารับจ้างสีข้าวเปลือก (บาทต่อกิโลกรัม) [บาทต่อชั่วโมง] | 1 [300] | 1 [300] | 2.14 [300] | 0.75 [200] |
| 19. จุดคุ้มทุน (ชั่วโมงต่อปี) [ตันข้าวเปลือกต่อปี] | 481 [145] | 602 [168] | 514 [72] | 468[187] |
| 20. ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี) | 5.4 | 4.3 | 2.8 | 5.3 |

*จำนวนแรงงาน 1 คน สำหรับโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก และโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา

**ตารางที่ 4.12** แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

| รายละเอียด | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร | โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย | โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา | โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ |
| 1. ราคาเครื่องสีข้าว (บาท) | 320,000 | 220,000 | 300,000 | 200,000 |
| 2. ราคาโรงเรือน (บาท) | 50,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| 3. ชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อปี) | 1000 | 1000 | 1000 | 1500 |
| 4. อายุการใช้งาน (ปี) | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 5. มูลค่าซาก (10%P) | 37,000 | 32,000 | 40,000 | 30,000 |
| 6. ค่าดอกเบี้ย (บาทต่อปี) | 20,350 | 14,400 | 22,000 | 16,500 |
| 7. ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี) | 22,200 | 19,200 | 24,000 | 18,000 |
| 8. ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อปี) | 42,550 | 33,600 | 46,000 | 34,500 |
| 9. ค่าแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง) * | 75 | 100 | 83 | 75 |
| 10. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาทต่อชั่วโมง) | 41 | 15 | 25 | 20 |
| 11. ค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง) | 25 | 27.5 | 37 | 26 |
| 12. ค่าสารหล่อลื่น | 7.5 | 8.25 | 11.10 | 7.8 |
| 13. ค่าใช้จ่ายแปรผัน (บาทต่อชั่วโมง) | 149 | 151 | 156 | 129 |
| 14. ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อชั่วโมง) | 43 | 37 | 46 | 23 |
| 15. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาทต่อชั่วโมง) | 192 | 188 | 202 | 152 |
| 16. อัตราการสีข้าวเปลือก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) | 500 | 120 | 200 | 140 |

**ตารางที่ 4.12** แสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ (ต่อ)

| รายละเอียด | โรงสีข้าวระดับชุมชน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร | โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย | โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา | โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ |
| 17. ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาทต่อกิโลกรัม) | 0.38 | 1.56 | 1.0 | 1.0 |
| 18. อัตรารับจ้างสีข้าวเปลือก (บาทต่อกิโลกรัม) [บาทต่อชั่วโมง] | 0.6 [300] | 2.5 [300] | 1.5 [300] | 2.1 [300] |
| 19. จุดคุ้มทุน (ชั่วโมงต่อปี) [ตันข้าวเปลือกต่อปี] | 281 [140] | 267 [30] | 320 [64] | 202 [28] |
| 20. ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี) | 2.8 | 2.4 | 3.3 | 1.2 |

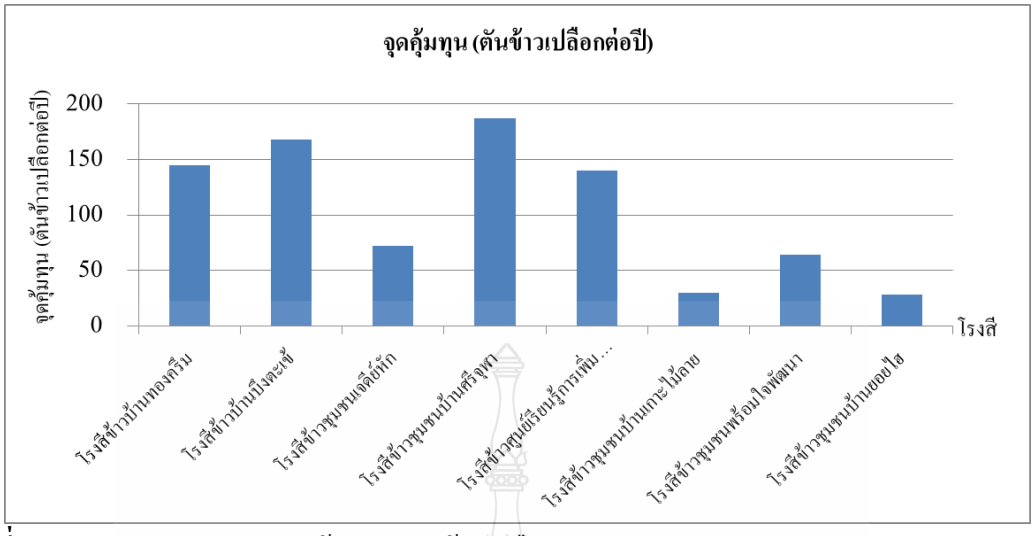
*จำนวนแรงงาน 1 คนสำหรับโรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

จากตารางที่ 4.11-4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสีทั้ง 8 โรง พบว่า โรงสีข้าวบ้านทองครึม มีค่าใช้จ่ายรวม 214 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.71 บาทต่อกิโลกรัม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีค่าใช้จ่ายรวม 197 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.7 บาทต่อกิโลกรัม โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีค่าใช้จ่ายรวม 194 บาทต่อชั่วโมง หรือ 1.23 บาทต่อชั่วโมง โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีค่าใช้จ่ายรวม 209 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.52 บาทต่อชั่วโมง โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีค่าใช้จ่ายรวม 192 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.38 บาทต่อกิโลกรัม โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย มีค่าใช้จ่ายรวม 188 บาทต่อชั่วโมง หรือ 1.56 บาทต่อกิโลกรัม โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา ค่าใช้จ่ายรวม 202 บาทต่อชั่วโมง หรือ 1 บาทต่อกิโลกรัม โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮค่าใช้จ่ายรวม 152 บาทต่อชั่วโมง หรือ 1 บาทต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่

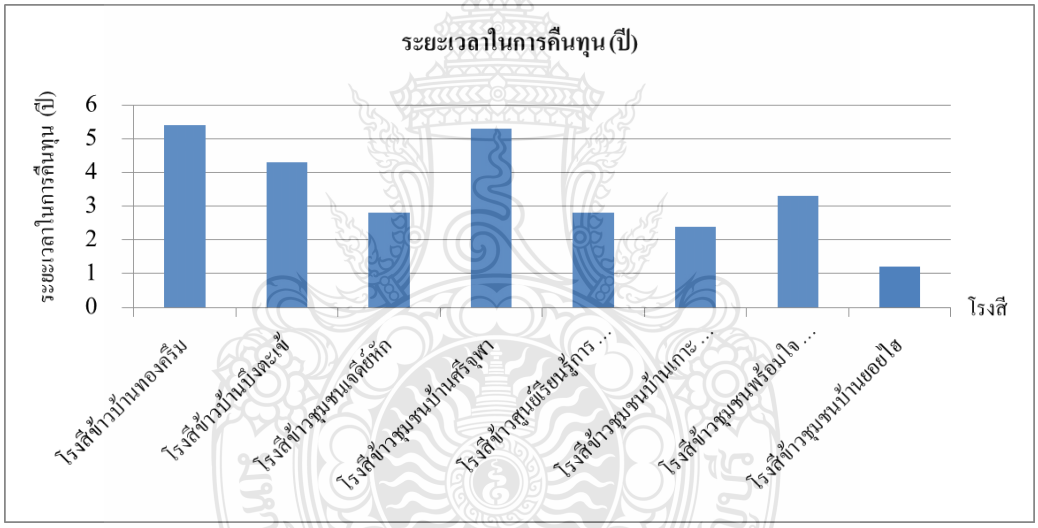
481 ชั่วโมงต่อปี หรือ 145 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 602 ชั่วโมงต่อปี หรือ 168 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 514 ชั่วโมงต่อปี หรือ 72 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 468 ชั่วโมงต่อปี หรือ 187 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 281 ชั่วโมงต่อปี หรือ 140 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 267 ชั่วโมงต่อปี หรือ 30 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 320 ชั่วโมงต่อปี หรือ 64 ตันข้าวเปลือกต่อปี โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 202 ชั่วโมงต่อปี หรือ 28 ตันข้าวเปลือกต่อปี

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนโดยพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 300 บาทต่อชั่วโมง พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม มีระยะเวลาในการคืนทุน 5.4 ปี โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีระยะเวลาในการคืนทุน 4.3 ปี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.8 ปี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีระยะเวลาในการคืนทุน 5.3 ปี โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.8 ปี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.4 ปี โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา มีระยะเวลาในการคืนทุน 3.3 ปี และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีระยะเวลาในการคืนทุน 1.2 ปี จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีระยะเวลาการคืนทุนเร็วที่สุด ในขณะที่โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม และโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีระยะเวลาคืนทุนช้าที่สุด ทั้งนี้เพราะว่ามีชั่วโมงการทำงานน้อย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ระยะเวลาการคืนทุนของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีระยะเวลาการคืนทุนเร็วที่สุด ขณะที่โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม และโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีระยะเวลาการคืนทุนช้าที่สุด ดังนั้นควรเพิ่มชั่วโมงการทำงานต่อปีให้มากขึ้น โดยการจัดหาสมาชิกเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มชั่วโมงในการทำงานของโรงสี เป็น 1,500 ชั่วโมงต่อปี เมื่อพิจารณาชั่วโมงการทำงานเป็น 1,500 ชั่วโมงต่อปีของโรงสีข้าวบ้านทองครึม และโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬาจะมีระยะเวลาการคืนทุนลดลงเหลือ 3.2 ปี ภาพที่ 4.51-4.52 แสดงจุดคุ้มทุน และระยะเวลาในการคืนทุนของโรงสีข้าวทั้ง 8 โรงสี




**รูปที่ 4.38** แผนภูมิแท่งแสดงจุดคุ้มทุน (ตันข้าวเปลือกต่อปี)




**รูปที่ 4.39** แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)

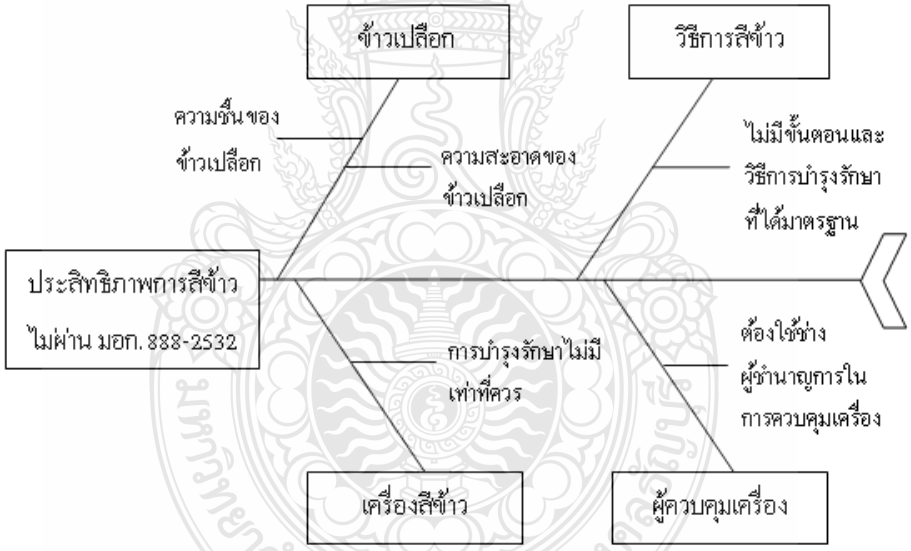
## 4.5 ผลการให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงสีข้าว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงสีทั้ง 8 แห่งได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย อำเภอบ้านนา จังหวัด

นครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด ระดับความดังของเสียงในโรงสี ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 มากที่สุด โดยวิเคราะห์ปัญหา แสดงในแผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

4.5.1 ประสิทธิภาพการสีข้าว

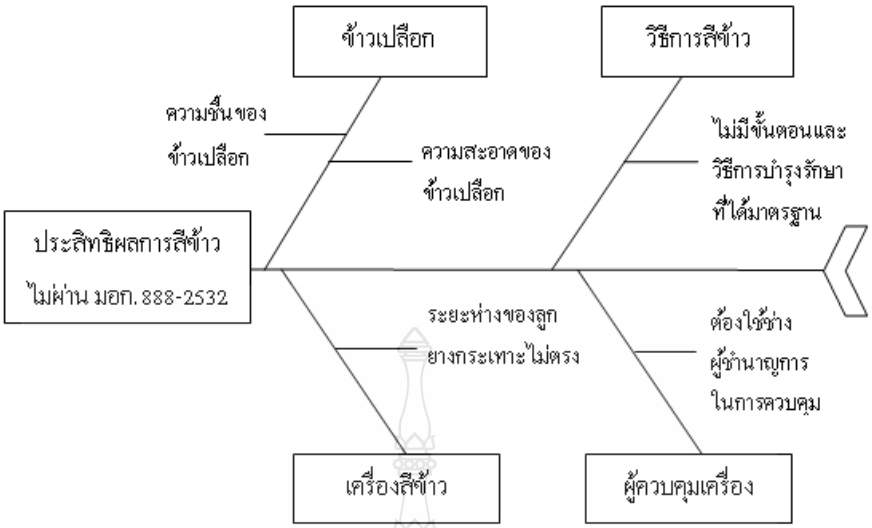
ปัญหาของประสิทธิภาพการสีข้าวนั้นหลักๆ การบำรุงรักษาไม่มีตารางงานที่แน่นอน ความชื้นที่เหมาะสม และความสะอาดของข้าวเปลือก ทำให้น้ำหนักข้าวขาวต่อน้ำหนักข้าวเปลือกมีอัตราส่วนที่ไม่ได้ตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 ทำให้ประสิทธิภาพการสีข้าวต่ำ และผู้ควบคุมเครื่องมีประสบการณ์น้อยจนทำให้การทำงานของเครื่องไม่เต็มประสิทธิภาพ




**รูปที่ 4.40** แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาของประสิทธิภาพการสีข้าว

4.5.2 ประสิทธิผลของการสีข้าว

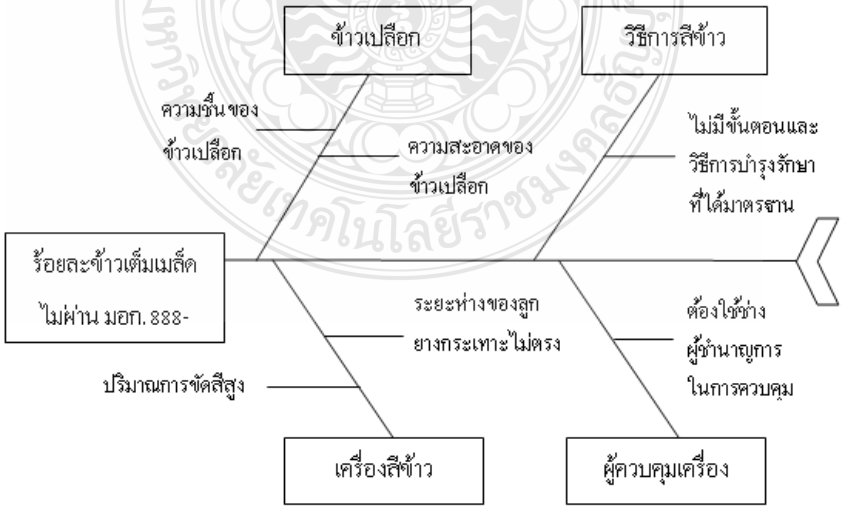
ปัญหาของประสิทธิผลของการสีข้าวนั้นหลักๆ จะมาจากจากการปรับตั้งระยะห่างของลูกยางที่มีอัตราส่วนไม่ตรงตามมาตรฐานของเครื่อง การบำรุงรักษาไม่มีตารางงานที่แน่นอน เมื่อเครื่องจักรเสียหาย จึงดำเนินการซ่อมทันที ทำให้น้ำหนักต้นข้าวต่อน้ำหนักข้าวเปลือกมีอัตราส่วนที่ไม่ได้ตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 ทำให้ประสิทธิผลของการสีข้าวต่ำ และผู้ควบคุมเครื่องมีประสบการณ์น้อยจนทำให้การทำงานของเครื่องไม่เต็มประสิทธิภาพ




**รูปที่ 4.41** แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาของประสิทธิผลของการสีข้าว

4.5.3 ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด

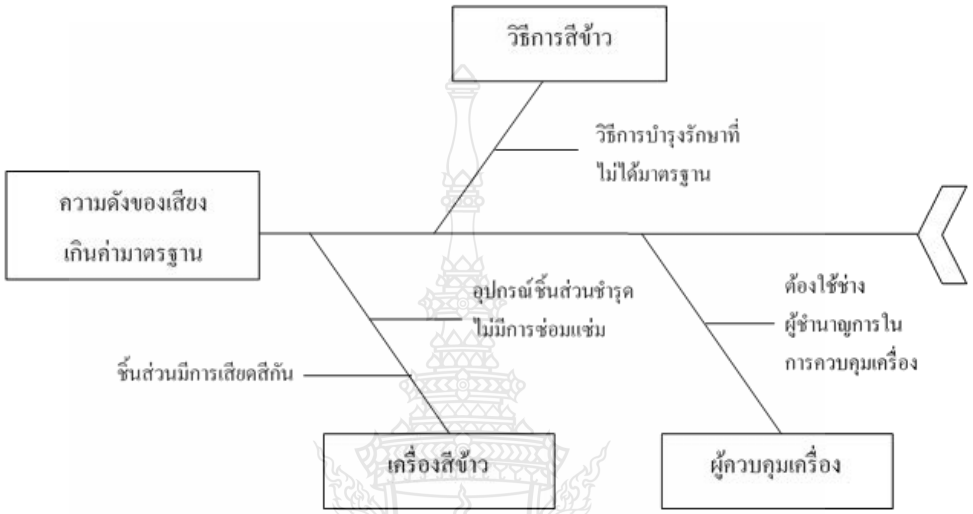
ปัญหาของร้อยละข้าวเต็มเมล็ดนั้นหลักๆ จะมาจากจากปริมาณการขัดสีสูง มาตรฐานการขัดสีไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ การปรับตั้งระยะห่างของลูกยางที่มีอัตราส่วนไม่ตรงตามมาตรฐานของเครื่อง ความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเปลือกควรอยู่ระหว่าง 13 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ข้าวเปลือกมีการแตกหักมาก จะทำให้ข้าวสารที่ได้ป่นมากเกินไป ทำให้ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่ได้ตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 ทำให้ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดต่ำ และผู้ควบคุมเครื่องมีประสบการณ์น้อยจนทำให้การทำงานของเครื่องไม่เต็มประสิทธิภาพ




**รูปที่ 4.42** แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาร้อยละข้าวเต็มเมล็ด

4.5.4 ความดังของเสียง

ปัญหาในส่วนความดังของเสียงนั้นหลักๆ เกิดจากการเสียดสีกันภายในเครื่องจักรและขาดการบำรุงรักษาเป็นประจำ ทำให้ความดังเกินค่ามาตรฐาน 85 เดซิเบล และอุปกรณ์บางอย่างมีสภาพเก่าและทรุดโทรมมาก




**รูปที่ 4.43** แสดงการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาปัญหาความดังของเสียง

จากปัญหาในโรงสีชุมชนบ้านยอยไฮมีข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงปัญหาแสดงดังรูปที่ 4.42-4.46 แสดงการปรับปรุงเพื่อเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพในการสีข้าว

**ตารางที่ 4.13** สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาประสิทธิผลของการสีข้าว

| สาเหตุของปัญหา | แนวทางการแก้ปัญหา |
|---|---|
| การบำรุงรักษา | ควรมีการบำรุงรักษาประจำเดือนหรือประจำสัปดาห์ |
| ผู้ควบคุมเครื่อง | ควรมีช่างที่มีประสบการณ์และผ่านการอบรมความรู้เรื่องโรงสีข้าวในการควบคุมเครื่อง |

**ตารางที่ 4.14** สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาประสิทธิผลของการสีข้าว

| สาเหตุของปัญหา | แนวทางการแก้ปัญหา |
|---|---|
| การปรับตั้งลูกยางกะเทาะ | ปรับระยะของลูกยางให้ได้มาตรฐานและปล่อยข้าวลงตรงกลางลูกยางของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก |
| การบำรุงรักษา | ควรมีการบำรุงรักษาประจำเดือนหรือประจำสัปดาห์ |

**ตารางที่ 4.15** สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาร้อยละข้าวเต็มเมล็ด

| สาเหตุของปัญหา | แนวทางการแก้ปัญหา |
|---|---|
| การปรับตั้งปริมาณการขัดสี | ปรับระยะปริมาณการขัดสีให้ได้มาตรฐาน |
| ความชื้นของข้าวเปลือก | ควบคุมความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเปลือกควรอยู่ระหว่าง 13 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ |

**ตารางที่ 4.16** สาเหตุและแนวทางการปรับปรุงปัญหาความดังของเสียง

| สาเหตุของปัญหา | แนวทางการแก้ปัญหา |
|---|---|
| เกินค่ามาตรฐาน | ปรับตั้งเครื่องสีข้าวให้ได้มาตรฐาน เช่น ความตึงของสายพาย อัดจาระบี ไม่ให้ระดับเสียงดังเกิน 85 เดซิเบล |
| อุปกรณ์การทำงานไม่สมบูรณ์ | ซ่อมแซมปรับตั้งอุปกรณ์ให้ได้มาตรฐานและบำรุงรักษาเป็นประจำ |
| การสั่นเทือนของเครื่อง | เปลี่ยนบูชยาง ปรับตั้งส่วนที่สั่นสะเทือน ให้อัดจาระบีในส่วนที่มีการเสียดสีกัน |

**รูปที่ 4.44** ตรวจสอบเครื่องสีข้าวก่อนการปรับปรุง

**รูปที่ 4.45** เปลี่ยนลูกยางของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก

**รูปที่ 4.46** ปรับระยะของลูกยางให้ได้มาตรฐานของลูกยางของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก

**รูปที่ 4.47** เปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องขัดขาว

**รูปที่ 4.48** ให้ความรู้เรื่องการซ่อมแซมปรับตั้งอุปกรณ์ให้ได้มาตรฐานและการบำรุงรักษา

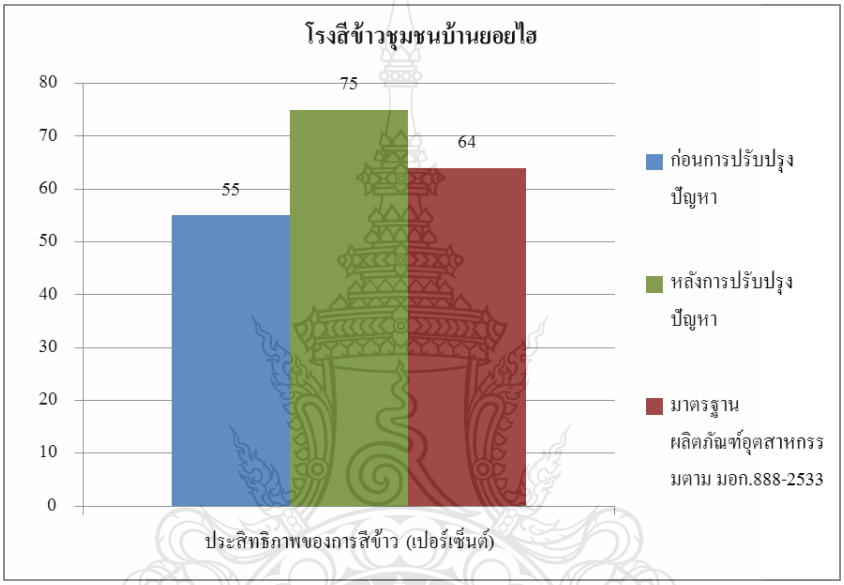
ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดและระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าว ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก. 888-2532 โดยวิเคราะห์ปัญหา จากแผนภูมิก้างปลาผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าวของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ แสดงรายละเอียด ในตารางที่ 4.17

**ตารางที่ 4.17** ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ

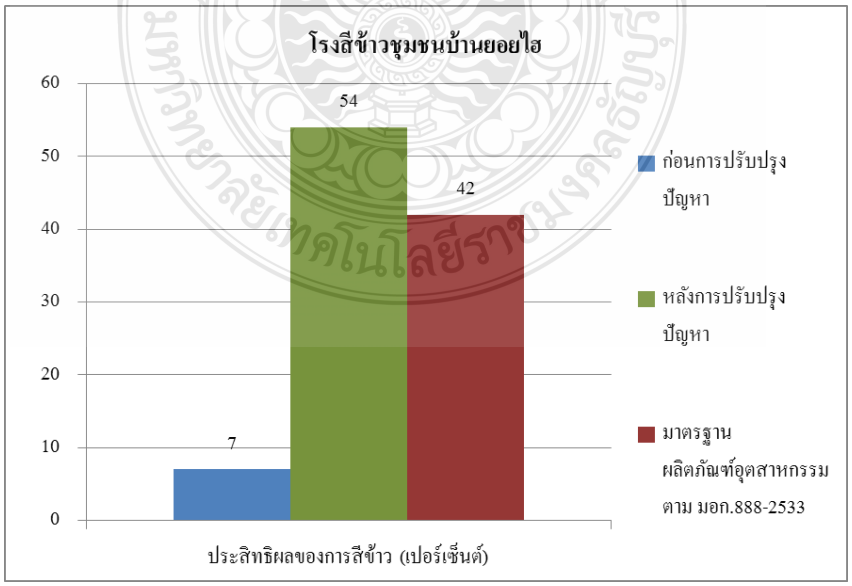
| รายการ | โรงสีข้าชุมชนบ้านยอยไฮ | มอก.888-2532 | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | เหลืองทอง | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) | 14 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์) | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 75 | 64 | ผ่านเกณฑ์ |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซ็นต์) | 54 | 42 | ผ่านเกณฑ์ |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (กิโลกรัม) | 28 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (กิโลกรัม) | 17 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) | 61 | 60 | ผ่านเกณฑ์ |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 17 | - | - |
| 10.น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (กรัม) | 20 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (เปอร์เซ็นต์) | 15 | - | - |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 95 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง) [กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง] | 0.13 [130] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (ตันข้าวสารต่อชั่วโมง) | 0.07 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล) | 88 * | ไม่เกิน 85 เดซิเบล | ไม่ผ่านเกณฑ์ |

จากตารางที่ 4.17 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าวหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว ของโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือกก่อนการทดสอบ 14 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเฉลี่ยของข้าวสารอยู่ระหว่าง 13 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการสีข้าว 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 64 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิผลของการสีข้าว 54 เปอร์เซ็นต์ เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด 61

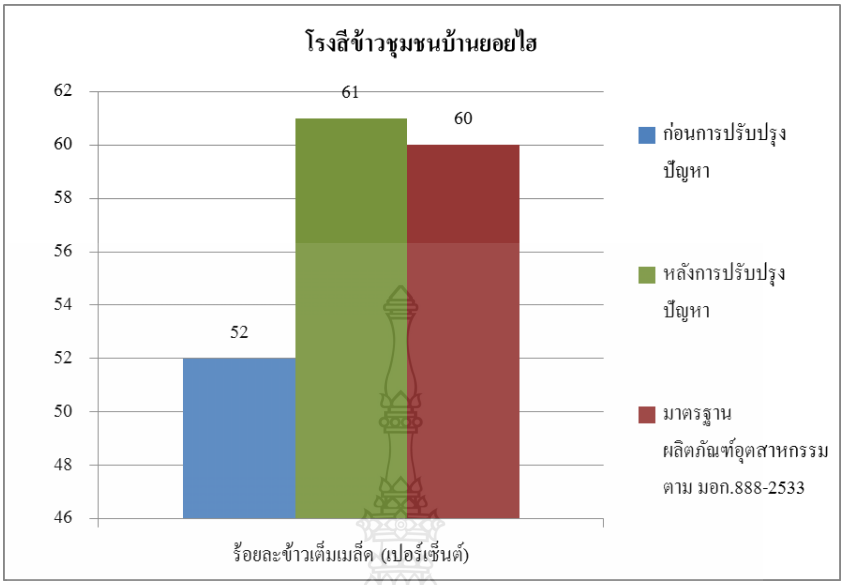
เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สมรรถนะการสีข้าวเปลือก 0.13 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง สมรรถนะการสีข้าวสาร 0.07 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง ระดับความดังของเสียงในโรงสีอยู่ที่ 88 เดซิเบล ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดค่าระดับความดังของเสียงไว้ที่ 85 เดซิเบล ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน รูปที่ 4.47 – 4.50 แสดงผลการทดสอบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด และระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าว โรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ



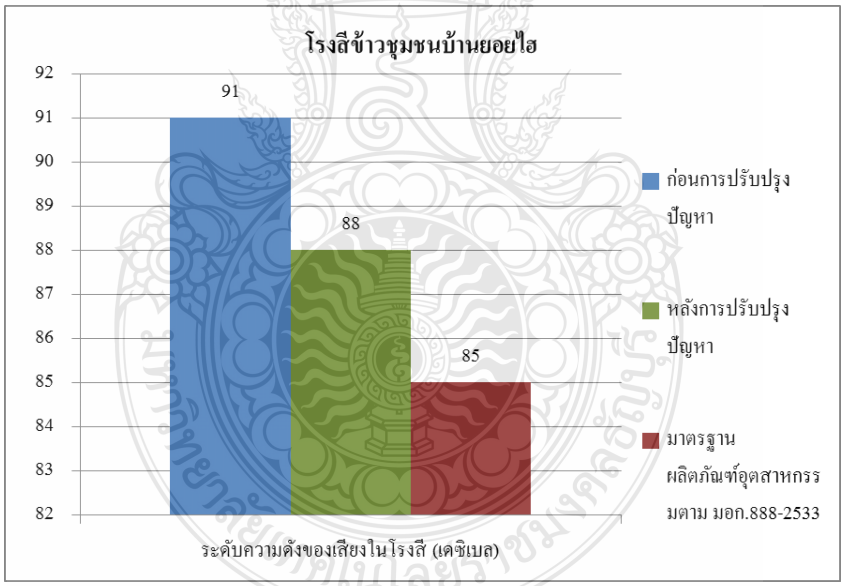

**รูปที่ 4.49** แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของการสีข้าว (เปอร์เซนต์)




**รูปที่ 4.50** แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิผลของการสีข้าว (เปอร์เซนต์)




**รูปที่ 4.51** แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (เปอร์เซนต์)




**รูปที่ 4.52** แผนภูมิแท่งแสดงระดับความดังของเสียงในโรงสี (เดซิเบล)

จากรูปที่ 4.49-4.52 พบว่าโรงสีข้าวโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีค่าประสิทธิภาพของการสีข้าวก่อนปรับปรุง 55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพของการสีข้าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของการสีข้าว 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของการสีข้าวที่ 64 เปอร์เซ็นต์ ค่าประสิทธิผล

ของการสีข้าวก่อนปรับปรุง 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าประสิทธิผลของการสีข้าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุงประสิทธิผลของการสีข้าวเท่ากับ 54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดมาตรฐานประสิทธิผลของการสีข้าวที่ 42 เปอร์เซ็นต์ ค่าร้อยละข้าวเต็มเมล็ดของการสีข้าวก่อนปรับปรุงเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าร้อยละข้าวเต็มเมล็ดของการสีข้าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุงร้อยละข้าวเต็มเมล็ดของการสีข้าวเท่ากับ 61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดมาตรฐานร้อยละข้าวเต็มเมล็ดของการสีข้าวที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ค่าระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าวก่อนปรับปรุงเท่ากับ 91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพของการสีข้าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุงระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าวเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก.888-2532 กำหนดมาตรฐานระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าวที่ 85 เปอร์เซ็นต์

# บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยเรื่องการทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าว วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าว ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว โดยทำการศึกษาโรงสีข้าว 8 โรงสี ได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ โดยผลการศึกษาสรุปได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

## 5.1 ระบบการทำงานของโรงสีข้าว

โรงสีข้าวระดับชุมชน มีกำลังการผลิตได้ประมาณวันละ 2-4 ตันต่อวัน บริหารงานโดยมีประธานและกรรมการในการดูแลรักษาโรงสีข้าว รับจ้างสีข้าวให้กับสมาชิก โดยคิดค่าจ้างเป็นแกลบ รำ และปลายข้าว ตลอดจนรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร โดยเน้นการรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิก เครื่องจักรในกระบวนการสีข้าว ประกอบด้วยเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงโยก 1 เครื่อง เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก จำนวน 1 เครื่อง เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง จำนวน 1 เครื่อง เครื่องขัดขาว จำนวน 1-3 เครื่อง เครื่องคัดขนาดข้าว จำนวน 1 เครื่อง เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นแบบลูกยางกะเทาะ (Rubber roll huller) จำนวน 2-3 ลูก เครื่องขัดขาวเป็นชนิดขัดขาวในแนวดิ่ง (Vertical type whitener) เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง เป็นชนิดตระแกรงโยกแบบชั้น (Compartment type separator) เครื่องคัดขนาดเป็นชนิดตะแกรงหลุมกลม (Cylindrical rice grading machine) สามารถคัดแยกขนาดข้าวสารได้ 3 ขนาด ได้แก่ ข้าวเต็มเมล็ด ข้าวหัก และปลายข้าว

## 5.2 ผลการศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าว

ผลการทดสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพโรงสีข้าวทั้ง 8 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ พบว่า สมรรถนะการสีข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.5 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง สมรรถนะการสีข้าวสารอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.30 ตันข้าวเสารต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 65 ถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิผลของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 50 ถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดอยู่ระหว่าง 54 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละการขัดสีอยู่ระหว่าง 14-20 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก.888-2532 โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย เป็นโรงสีที่มีค่าประสิทธิภาพของการสีข้าวและประสิทธิผลของการสีข้าว สูงสุด เท่ากับ 93 เปอร์เซ็นต์และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีสมรรถนะการสีข้าวเปลือก และ สมรรถนะการสีข้าวสาร สูงสุด เท่ากับ 0.5 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง และ 0.3 ตันข้าวเสารต่อชั่วโมง

## 5.3 ผลการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาโรงสีข้าว

ผลการดำเนินงานปรับปรุงโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก โดยดำเนินการปรับเปลี่ยนลูกยางกะเทาะข้าวเปลือก และปรับตั้งระยะห่างของลูกยางกะเทาะตามค่ามาตรฐานที่กำหนด เปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดของเครื่องขัดขาว และปรับตั้งระยะห่างระหว่างตะแกรงขัดขาวกับหินขัดขาว มีผลทำให้ค่าประสิทธิภาพของการสีข้าวเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิผลของการสีข้าว เพิ่มขึ้น 47 เปอร์เซ็นต์ ความดังของเสียงในโรงสีข้าว ลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดของการสีข้าวเพิ่มขึ้น 9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการขัดสีลดลง 29 เปอร์เซ็นต์

## 5.4 การศึกษาค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของโรงสีข้าว

ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสีทั้ง 8 โรง ได้แก่โรงสีข้าวบ้านทองครึม อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนบ้านเกาะไม้ลาย อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โรงสีข้าวชุมชนพร้อมใจพัฒนา เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และโรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก มีค่าใช้จ่ายรวมในกระบวนการสีข้าวเท่ากับ 0.71, 0.70, 1.23, 0.52, 0.38, 1.56, 1.0 และ 1.0 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า จุดคุ้มทุนในการทำงานของโรงสีทั้ง 8 แห่งมีค่าเท่ากับ 481, 602, 514, 468, 281, 267, 320 และ 202 ชั่วโมงต่อปีตามลำดับ จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนโดยพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 200 บาทต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 5.4, 4.3, 2.8, 5.3, 2.8, 2.4, 3.3 และ 1.2 ปี ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านยอยไฮ มีระยะเวลาการคืนทุนเร็วที่สุด ในขณะที่โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม และโรงสีข้าวชุมชนบ้านศรีจุฬา มีระยะเวลาคืนทุนช้าที่สุด ประมาณ 5 ปี ทั้งนี้เพราะว่ามีชั่วโมงการทำงานเพียง 1000 ชั่วโมงต่อปี ซึ่งถ้าโรงสีทั้งสองเพิ่มชั่วโมงการทำงานเป็น 1500 ชั่วโมงต่อปี จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 3 ปี ซึ่งจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในกระบวนการสีข้าวลง

## 5.5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการสีข้าว

ผลการศึกษาพบว่าแนวทางในการเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพการสีข้าวมีดังต่อไปนี้

5.5.1 การรับซื้อข้าวเปลือก

1) ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่า 15% ต้องนำไปลดความชื้นภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนจัดเก็บ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและปัญหาการเกิดข้าวเมล็ดเหลือง

2) การลดความชื้นแบบลมเป่าข้าวลอยตัว (fluidized bed drying) วิธีนี้จะใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศา จึงอบลดความชื้น โดยให้ลดความชื้นลงอย่างช้าๆ จนได้ความชื้นที่ต้องการหรือประมาณ 14%

5.5.2 การกะเทาะ การขัดสี และการคัดแยกคุณภาพ

1) ต้องมีระบบหรือมาตรการป้องกันและกำจัดฝุ่นผงจากกระบวนการกะเทาะ การขัดสีและการคัดแยกคุณภาพไม่ให้กระจายฟุ้งในอากาศ รวมทั้งเครื่องขัดสีข้าว

2) สอบเทียบเครื่องกะเทาะ เครื่องขัดสี อย่างน้อยปีละครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ เครื่องจักร ตามคู่มือการปฏิบัติงาน หรือทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการกะเทาะ ขัดสีและคัดแยกคุณภาพข้าว

3) ผู้ควบคุมการกะเทาะ ขัดสี คัดขนาด และคัดแยกคุณภาพข้าวสารต้องผ่านการฝึกอบรมหรือมีความชำนาญ สามารถควบคุมการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

4) ควรมีคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้องสำหรับการปฏิบัติไว้อย่างชัดเจน

5.5.3 การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการโรงสีข้าว

2) การรับซื้อข้าวเปลือก

3) การคัดแยกคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าว

4) ค่าควบคุมคุณภาพที่ต้องควบคุม

5) การตรวจสอบความถูกต้องและการสอบเทียบเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์

6) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรการเก็บรักษาข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าว

7) การป้องกันกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ

8) การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา

9) การขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว

5.5.4 มาตรการป้องกันและกำจัดฝุ่นผง

ต้องมีระบบหรือมาตรการป้องกันและกำจัดฝุ่นผงจากกระบวนการกะเทาะ การขัดสี และการคัดแยกคุณภาพไม่ให้กระจายฟุ้งในอากาศ รวมทั้งเครื่องขัดสีข้าว ควรเป็นระบบปิดไม่ปล่อยให้ฝุ่นที่เกิดจากการขัดสีรั่วไหลกระจายปะปนในอากาศสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด นอกจากนี้โรงสีข้าวทุกประเภทที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 20 ตันต่อวันขึ้นไป ต้องควบคุมค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากกระบวนการผลิตออกสู่บรรยากาศ โดยขณะปฏิบัติงานต้องมีค่าความแตกต่างของความเข้มข้นฝุ่นละอองหรืออนุภาคขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างจุดตรวจวัดเหนือลมกับตรวจวัดใต้ลมไม่เกิน 0.100 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (100ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) หรือให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากโรงสี

# บรรณานุกรม


[1] ข่าว สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2559. สถิติรายปี [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://www.thairiceexporters.or.th/Press%20release/2017/TREA%20Press%20Release%20Thai%20Rice%20Situation%20&%20Trend%202017-03022017.pdf (10 มกราคม 2560).

[2] ลักษณะทางพฤกษศาสตร์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/cereals/01_1.html. (12 มกราคม 2560).

[3] เครื่องจักรที่ใช้ในการสีข้าว [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice_product/rice-product4_2.html.(6 มกราคม 2560).

[4] โรงสีข้าว. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://nes-ricemill.exteen.com/. (20 มกราคม 2560).

[5] เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://pirun.ku.ac.th/~fengcwc/moisegrain.htm. (25 มกราคม 2560).

[6] การเพิ่มประสิทธิภาพโรงสีข้าวหอมมะลิ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
https://gsbooks.gs.kku.ac.th/54/grc12/files/pmo15.pdf. (2 กุมภาพันธ์ 2560).

[7] การปรับปรุงประสิทธิภาพโรงสีข้าวชุมชน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://www.tsae.asia/2015conf/proceeding/tpt08.pdf. (8 กุมภาพันธ์ 2560).

[8] การลดการแตกหักในโรงสีข้าว. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/AECE003.pdf. (9 กุมภาพันธ์ 2560).

[9] การปรับปรุงผลิตภาพการดาเนินงานโรงสีข้าวสหกรณ์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://repository.rmutto.ac.th/xmlui/bitstream/handle/. (11 กุมภาพันธ์ 2560).

[10] การดำเนินงานและปัญหาของโรงสีข้าวชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://journal.pim.ac.th/uploads/content/2015/08/o_19ssp3ia7llq9ku1ou0pov1vqi.pdf. (15 กุมภาพันธ์ 2560).

[11] การศึกษาความพร้อมของโรงสีข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงเพื่อการพัฒนาเข้าสู่หลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
http://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year6-issue2-2557/p_12.pdf.
(20 กุมภาพันธ์ 2560).

# บรรณานุกรม (ต่อ)


[12] การสร้างและทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://journal.rmu.ac.th/journal/insert_download/e40274f2f6a9662f995813c3da9c00a720160214115124145542548410627166 7 (9 กุมภาพันธ์ 2560).

[13] การบริหารจัดการโรงสีชุมชน แบบมีส่วนร่วมตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงควบคู่ไปกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน นำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชน ตำบลเกวียนหัก ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี. **[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://cscd.kku.ac.th/2016/uploads/proceeding/070714_143458.pdf. (19 กุมภาพันธ์ 2560).**

[14] **การประเมินสมรรถนะเครื่องอบข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า กรณีศึกษาโรงสีข้าวพรเจริญ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.tci-thaijo.org/index.php/scimsujournal/article/view/19296/16972. (18 กุมภาพันธ์ 2560).**

[15] **ทัศนคติและความพึงพอใจของสมาชิกเกษตรกรต่อการจัดการโรงสีชุมชน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://journal.up.ac.th/files/journal_issue_list/2213_17.pdf. (9 กุมภาพันธ์ 2560).**

[16] **เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิด. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.tsae.asia/data/2012conf/pdf/AME/AME18.pdf. (15 กุมภาพันธ์ 2560).**

[17] ประสิทธิภาพการสีของพันธุ์ข้าวหอมธรรมศาสตร์. **[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก** http://tujournals.tu.ac.th/tstj/detailart.aspx?ArticleID=4770**. (9 กุมภาพันธ์ 2560).**

[18] **การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/eng_ubu/article/download/84413/67215. (15 กุมภาพันธ์ 2560).**

# บรรณานุกรม (ต่อ)

[19] การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่ใช้วัสดุทดแทน. **[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://app.eng.ubu.ac.th/~app/resproject/upload/p1/13.paper_l_surajet.pdf. (9 กุมภาพันธ์ 2560).**

[20] การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในโรงสีข้าวด้วยการบริหารคุณภาพแบบเบ็ดเสร็จ. **[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://gsbooks.gs.kku.ac.th/60/nigrc2017/pdf/PMP17.pdf. (28 กุมภาพันธ์ 2560).**

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

# การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว

มาตรฐานสินค้าเกษตร

มกษ. 4403-2553

THAI AGRICULTURAL STANDARD

TAS 4403-2010

# การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว

# GOOD MANUFACTURING PRACTICES FOR RICE MILL

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ICS 67.020 ISBN

**คณะกรรมการวิชาการพิจารณามาตรฐานสินค้าเกษตร**
**เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว**

| | | |
|---|---|---|
| 1. | นายชัยฤทธิ์ ดำรงเกียรติ<br>รองอธิบดีกรมการข้าว | ประธานกรรมการ |
| 2. | นายก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา<br>กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ | กรรมการ |
| 3. | นางสาวสุทัศนีย์ ราชเรืองระบิน<br>กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ | กรรมการ |
| 4. | ว่าที่ ร.ต. ธงชัย วรวงศากุล<br>กรมวิชาการเกษตร | กรรมการ |
| 5. | นายสมควร มณีพิทักษ์สันติ<br>กรมส่งเสริมสหกรณ์ | กรรมการ |
| 6. | นายพิศาล พงศาพิชญ์<br>สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ | กรรมการ |
| 7. | นางสาวกัญญา เชื้อพันธุ์<br>สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว | กรรมการ |
| 8. | นายหัสดิน สุวัฒนะพงศ์เชฏ<br>สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 9. | นายประสิทธิ์ บุญเฉย<br>สมาคมชาวนาไทย | กรรมการ |
| 10. | นายวัลลภ มานะธัญญา<br>สมาคมผู้ประกอบการข้าวถุงไทย | กรรมการ |
| 11. | นายสมศักดิ์ เอกพินิจพิทยา<br>สมาคมโรงสีข้าวไทย | กรรมการ |
| 12. | นางบุญเกิด ภานนท์<br>สหกรณ์การเกษตรเกษตรวิสัย จำกัด จ.ร้อยเอ็ด | กรรมการ |
| 13. | นางสาวงามชื่น คงเสรี | กรรมการ |
| 14. | นายชัยพล แก้วประกายแสงกูล | กรรมการ |
| 15. | นางสาวอิงอร ปัญญากิจ<br>สำนักมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ<br>สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ | กรรมการและเลขานุการ |

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ประกาศใช้มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวหอมมะลิไทย และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพัฒนาระบบการผลิตข้าวในระดับฟาร์ม แล้ว ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพสินค้าข้าว ตลอดกระบวนการผลิตมีความเชื่อมโยง ครบวงจร คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรจึงเห็นสมควรกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรเรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าวขึ้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวที่ปลอดภัย มีคุณภาพเหมาะสำหรับการบริโภคหรือใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากข้าว

มาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ กำหนดกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการประกอบการของโรงสีข้าว ผู้ประกอบการสามารถเลือกนำไปปฏิบัติเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของสถานประกอบการ

มาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

มกษ. 9023-2550. มาตรฐานสินค้าเกษตร หลักเกณฑ์การปฏิบัติ: หลักการทั่วไปเกี่ยวกับสุขลักษณะอาหาร. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มกษ. 4001-2551. มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวหอมไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มกษ. 4401-2551. มาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

**ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์**
**เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร :**
**การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว**
**ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. ๒๕๕๑**

---

ด้วยคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร เห็นสมควรกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว เป็นมาตรฐานทั่วไป ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. ๒๕๕๑ เพื่อส่งเสริมสินค้าเกษตรให้ได้คุณภาพ มาตรฐานและปลอดภัย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ มาตรา ๑๕ และมาตรา ๑๖ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. ๒๕๕๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงออกประกาศเรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว มาตรฐานเลขที่ มกษ. ๔๔๐๓-๒๕๕๓ ไว้เป็นมาตรฐานทั่วไป ดังมีรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๓

(นายธีระ วงศ์สมุทร)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# มาตรฐานสินค้าเกษตร
# การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว

## 1 ขอบข่าย

มาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ ครอบคลุมสุขลักษณะของสถานที่ผลิตและกระบวนการผลิตของโรงสีข้าว ตั้งแต่การตรวจรับ การลดความชื้น การทำความสะอาด การกะเทาะเปลือก การขัดสี การคัดแยกคุณภาพ การบรรจุ การเก็บรักษาและการขนส่ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย มีคุณภาพเหมาะสำหรับการบริโภคหรือใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากข้าว

## 2 นิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าข้าว กระทรวงพาณิชย์ มกษ. 4401 มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่องการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว และดังต่อไปนี้

2.1 โรงสีข้าว หมายถึง สถานที่สีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารหรือข้าวกล้องด้วยเครื่องจักร รวมทั้งการผลิตข้าวสารจากข้าวนึ่ง (ถ้ามี)

2.2 สถานที่ผลิต หมายถึง พื้นที่รับและเก็บข้าวเปลือก พื้นที่ลดความชื้น พื้นที่ทำความสะอาดข้าวเปลือก พื้นที่แช่และนึ่ง พื้นที่กะเทาะข้าวเปลือก พื้นที่ขัดสี พื้นที่คัดแยกคุณภาพ พื้นที่บรรจุและพื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ข้าว รวมถึงห้องเก็บภาชนะบรรจุ บริเวณกำจัดขยะ ห้องเก็บสารเคมี ห้องเก็บวัสดุ และบริเวณอื่นในขอบเขตโรงสีข้าว

2.3 ข้าว หมายถึง ข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียว (*Oryza sativa* L.)

2.4 ข้าวเปลือก (paddy) หมายถึง เมล็ดข้าวเจ้าหรือเมล็ดข้าวเหนียวที่ยังมีเปลือกหุ้มอยู่

2.5 ข้าวกล้อง (brown rice, husked rice) หมายถึงข้าวที่สีเอาเปลือกออกโดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่

2.6 ข้าวสารหรือข้าวขาว (milled rice or white rice) หมายถึง ข้าวที่สีเอาจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวออก

2.7 ข้าวนึ่ง (parboiled rice) หมายถึง ข้าวกล้องหรือข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวเปลือก ซึ่งผ่านการแช่น้ำแล้วนึ่ง และลดความชื้นก่อนการขัดสี

2.8 ผลิตภัณฑ์ข้าว (rice products) หมายถึง ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวหัก และปลายข้าว

2.9 ผลพลอยได้ (by-product) หมายถึง แกลบ และรำข้าว

2.10 ข้าวเมล็ดเหลือง (yellow kernels) หมายถึง ข้าวสารที่มีบางส่วนของเมล็ดเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจนระหว่างการเก็บรักษา

## 3 เกณฑ์ที่กำหนด และวิธีตรวจประเมิน

เกณฑ์ที่กำหนด และวิธีตรวจประเมิน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 เกณฑ์ที่กำหนด และวิธีตรวจประเมิน**

**(ข้อ 3)**

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| 1. สถานที่ผลิต<br>1.1 ทำเลที่ตั้ง | 1.1.1 อยู่ในพื้นที่ ที่ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ชุมชน | 1.1.1 ตรวจสภาพ แวดล้อม และ/หรือการป้องกันมลพิษ |
| | 1.1.2 อยู่ในบริเวณที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกิดการปนเปื้อน | 1.1.2 ตรวจสภาพแวดล้อม และการป้องกันการปนเปื้อน |
| 1.2 อาคารและพื้นที่ปฏิบัติงาน<br>1.2.1 พื้นที่ลดความชื้น | 1.2.1.1 เป็นพื้นคอนกรีต ที่เรียบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และไม่มีสิ่งปฏิกูล กรณีเป็นลานตากที่ไม่ใช่พื้นคอนกรีตเมื่อตากข้าวเปลือกต้องรองพื้นด้วยวัสดุที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนได้ | 1.2.1.1 ตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน การปฏิบัติงาน และ/หรือ สัมภาษณ์ |
| | 1.2.1.2 มีการป้องกันสัตว์เลี้ยง และสัตว์พาหะนำเชื้อ และ/หรือมีรั้วล้อมรอบพื้นที่ลดความชื้น | 1.2.1.2 ตรวจพื้นที่ลดความชื้น และการป้องกัน |
| 1.2.2 พื้นที่แช่และนึ่งข้าวเปลือก | 1.2.2 โครงสร้างทำด้วยวัสดุที่คงทน แข็งแรง ทนทาน ง่ายต่อการบำรุงรักษาและทำความสะอาด รวมทั้งระบายน้ำได้ดี | 1.2.2 ตรวจโครงสร้างและตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะพื้นที่ระบายน้ำ และบำบัดน้ำเสีย |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| 1.2.3 พื้นที่เก็บข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวและผลพลอยได้ | 1.2.3.1 การเก็บในสภาพปกติ<br>(1) ต้องกำหนดพื้นที่การจัดเก็บ แยกเป็นสัดส่วนป้องกันการปะปนและการปนเปื้อนได้<br>(2) โครงสร้างแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา<br>(3) ป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อได้<br>(4) ป้องกันความชื้นได้<br>(5) ต้องถ่ายเทอากาศได้ดี | 1.2.3.1 ตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน ตรวจโครงสร้าง การป้องกันแมลง สัตว์พาหะนำเชื้อ และความชื้น |
| | 1.2.3.2 การเก็บในไซโล<br>(1) ต้องออกแบบและสร้างกลไกให้ข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าวที่เข้าก่อน ไหลออกก่อน และไม่มีเหลือตกค้างในไซโล<br>(2) โครงสร้างแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา<br>(3) ป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อได้<br>(4) ป้องกันความชื้นได้<br>(5) ต้องมีระบบถ่ายเทอากาศหรือความคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ | 1.2.3.2 ตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน ตรวจโครงสร้าง ตรวจการถ่ายเทอากาศ และตรวจบันทึกการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ |
| 1.2.4 พื้นที่ทำความสะอาด พื้นที่กะเทาะข้าวเปลือก พื้นที่ขัดสี พื้นที่คัดแยกคุณภาพ | 1.2.4.1 ต้องออกแบบ ให้มีพื้นที่เพียงพอ สะดวกในการปฏิบัติงาน และแยกเป็นสัดส่วนชัดเจน รวมทั้งป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อได้ | 1.2.4.1 ตรวจผังอาคารและพื้นที่ปฏิบัติงาน |
| | 1.2.4.2 ต้องมีโครงสร้างแข็งแรง ทำด้วยวัสดุที่ทนทาน ทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย | 1.2.4.2 ตรวจโครงสร้างอาคารและสถานที่ผลิต |
| 1.3 เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ | 1.3.1 เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ต้องมีชนิด ประเภท และขนาดเหมาะสมกับกำลังการผลิต | 1.3.1 ตรวจเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ และ/หรือสัมภาษณ์ |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| | 1.3.2 ต้องแข็งแรง ทนทาน ทำด้วยวัสดุที่เหมาะสมไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่มีชิ้นส่วนหลุดหรือกะเทาะ ลงปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ข้าว | 1.3.2 ตรวจเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ รวมทั้งการป้องกันการปนเปื้อน |
| | 1.3.3 ทำความสะอาด และบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ | 1.3.3 ตรวจแผนและการปฏิบัติงาน |
| | 1.3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการผลิตก่อนการใช้งาน | 1.3.4 ตรวจบันทึกการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต |
| 1.4 สิ่งอำนวยความสะดวก | 1.4.1 มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ในบริเวณปฏิบัติงาน | 1.4.1 ตรวจการระบายอากาศในบริเวณผลิต |
| | 1.4.2 มีแสงสว่างเพียงพอในบริเวณที่มีการตรวจสอบคุณภาพด้วยตา | 1.4.2 ตรวจความเพียงพอของแสงสว่าง |
| | 1.4.3 น้ำที่ใช้ในกระบวนการการขัดเงา มีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำบริโภคและมีปริมาณเพียงพอ | 1.4.3 ตรวจบันทึกผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกระบวนการขัดเงา |
| | 1.4.4 มีสิ่งอำนวยความสะดวก สำหรับการทำความสะอาดเพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน | 1.4.4 ตรวจความพร้อมและความเพียงพอของอุปกรณ์การทำความสะอาด |
| | 1.4.5 มีระบบหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการระบายน้ำและกำจัดของเสียอย่างเพียงพอ | 1.4.5 ตรวจระบบหรือสิ่งอำนวยความสะดวกและบันทึกการกำจัดของเสีย |
| | 1.4.6 มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลและห้องสุขาเพียงพอ สำหรับผู้ปฏิบัติงาน | 1.4.6 ตรวจสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่จำเป็นและห้องสุขา |
| | 1.4.7 มีสถานที่เก็บสารเคมีที่ปลอดภัยและแยกเป็นสัดส่วน | 1.4.7 ตรวจสถานที่จัดเก็บสารเคมีและการจัดเก็บ |
| 2. การควบคุมการปฏิบัติงาน<br>2.1 การรับซื้อข้าวเปลือก | 2.1.1 รับซื้อข้าวเปลือกจาก<br>(1) แปลงที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว (มกษ. 4401) หรือ | 2.1.1 ตรวจบันทึกการรับซื้อข้าวเปลือก ตรวจการปฏิบัติงาน และ/หรือการสัมภาษณ์ |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| | (2) แปลงที่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว (มกษ. 4401) หรือ (3) แหล่งผลิตซึ่งทราบที่มา | |
| | 2.1.2 ต้องมีเกณฑ์รับซื้อชัดเจนและตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกก่อนการรับซื้อ | 2.1.2 ตรวจการปฏิบัติงาน ตรวจบันทึกการตรวจสอบคุณภาพข้าว และ/หรือสัมภาษณ์ |
| | 2.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก (เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก เครื่องขัดขาว ตะแกรง กลมคัดแยกข้าวหัก) และชุดอุปกรณ์ตรวจสอบปริมาณแอมิโลส ตามคู่มือการปฏิบัติงาน | 2.1.3 ตรวจบันทึกผลการตรวจสอบความถูกต้อง ของชุดตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก และชุดอุปกรณ์ตรวจสอบปริมาณแอมิโลส |
| | 2.1.4 สอบเทียบเครื่องชั่งและเครื่องวัดความชื้น อย่างน้อยปีละครั้ง | 2.1.4 ตรวจรายงานผลการสอบเทียบเครื่องมือ |
| 2.2 การแช่และนึ่งข้าวเปลือก | 2.2.1 น้ำที่ใช้แช่และนึ่ง ต้องสะอาด ไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค | 2.2.1 ตรวจบันทึกผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ |
| | 2.2.2 ต้องทำความสะอาดถังแช่ข้าวเปลือกทุกครั้ง หลังการใช้งาน | 2.2.2 ตรวจบันทึกการปฏิบัติงานและสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน |
| | 2.2.3 สอบเทียบเครื่องชั่ง เครื่องตวง และเครื่องวัดอุณหภูมิ อย่างน้อยปีละครั้ง | 2.2.3 ตรวจบันทึกผลการสอบเทียบ |
| 2.3 การลดความชื้นข้าวเปลือก | 2.3 ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่า 15% ต้องนำไปลดความชื้นภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนจัดเก็บ | 2.3 ตรวจบันทึกการลดความชื้น หรือสุ่มตรวจสอบคุณภาพ และ/หรือสัมภาษณ์ |
| 2.4 การเก็บข้าวเปลือก | 2.4.1 จัดเก็บข้าวเปลือกตามระยะเวลาการเก็บรักษาและความชื้น ในภาคผนวก ก.2.4.1 | 2.4.1 ตรวจข้าวเปลือกที่จัดเก็บและสุ่มตรวจวัดความชื้น |
| | 2.4.2 ถ่ายเทอากาศได้ดี | 2.4.2 ตรวจพื้นที่เก็บข้าวเปลือก และตรวจบันทึกการปฏิบัติงาน |
| | 2.4.3 หมุนเวียนข้าวเปลือกที่จัดเก็บ ไม่ให้มีข้าวเสื่อมคุณภาพเหลือตกค้าง | 2.4.3 ตรวจการปฏิบัติงานและบันทึกการปฏิบัติงาน |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| 2.5 การกะเทาะ การขัดสีและการคัดแยกคุณภาพ | 2.5.1 มีระบบ และการป้องกันกำจัดฝุ่นที่เกิดจากกระบวนผลิต | 2.5.1 ตรวจสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกพื้นที่ผลิต ตรวจระบบและการป้องกันกำจัดฝุ่น |
| | 2.5.2 สอบเทียบเครื่องกะเทาะ เครื่องขัดสี เครื่องคัดแยกสี เครื่องคัดแยกเศษหินและเศษโลหะ อย่างน้อยปีละครั้ง | 2.5.2 ตรวจบันทึกผลการสอบเทียบ |
| | 2.5.3 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงานต้องผ่านการฝึกอบรม | 2.5.3 ตรวจบันทึกประวัติการฝึกอบรม และ/หรือสัมภาษณ์ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน |
| 2.6 การบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว | 2.6.1 ต้องป้องกันการปนเปื้อนจาก ฝุ่น เศษโลหะ เศษแก้ว เศษพลาสติก หรือสารเคมีลงบนสายพานลำเลียง และเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว | 2.6.1 ตรวจการปฏิบัติงาน และมาตรการป้องกันการปนเปื้อน |
| | 2.6.2 ภาชนะบรรจุข้าว ต้องสะอาด อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ไม่ชำรุด และไม่ใช้ภาชนะเก่าที่บรรจุวัตถุอันตรายมาก่อน | 2.6.2 ตรวจภาชนะบรรจุข้าว และบันทึกการตรวจสอบคุณภาพภาชนะบรรจุข้าว |
| | 2.6.3 สอบเทียบเครื่องชั่งและเครื่องบรรจุข้าวอย่างน้อยปีละครั้ง | 2.6.3 ตรวจบันทึกผลการสอบเทียบ |
| 2.7 การเก็บผลิตภัณฑ์ข้าว | 2.7.1 จัดเรียงกองผลิตภัณฑ์ข้าวอย่างเป็นระเบียบ แยกเป็นหมวดหมู่ ไม่ปะปนกัน และมีป้ายชี้บ่งที่ชัดเจน | 2.7.1 ตรวจการปฏิบัติงานและสถานที่ |
| | 2.7.2 ไม่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวรวมกับวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปุ๋ยหรือสารเคมีอื่นที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค | 2.7.2 ตรวจการปฏิบัติงานและสถานที่ |
| | 2.7.3 ไม่วางหรือกองผลิตภัณฑ์ข้าวสัมผัสกับพื้นโดยตรง | 2.7.3 ตรวจการปฏิบัติงาน |
| 2.8 การเก็บผลิตผลพลอยได้ | 2.8 ต้องป้องกันผลิตผลพลอยได้ ไม่ให้ปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ข้าว | 2.8 ตรวจสถานที่เก็บ และการป้องกันการปนเปื้อน |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| 2.9 การขนส่ง | 2.9 พาหนะที่ใช้ขนส่ง ต้องสะอาด ปิดมิดชิด และป้องกันน้ำได้ | 2.9 ตรวจพาหนะขนส่งและบันทึกการทำความสะอาดพาหนะขนส่ง |
| 2.10 การบันทึกข้อมูล | 2.10.1 บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ<br>(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการโรงสี<br>(2) การรับซื้อข้าวเปลือก<br>(3) การคัดแยกคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าว<br>(4) การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา<br>(5) ค่าควบคุมคุณภาพที่ต้องควบคุม<br>(6) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักร<br>(7) การตรวจสอบความถูกต้องและการสอบเทียบเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์<br>(8) การป้องกันกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ<br>(9) การจัดเก็บข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าว และผลพลอยได้<br>(10) การขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว<br>(11) ประวัติพนักงาน การฝึกอบรม และการตรวจสุขภาพประจำปี | 2.10.1 ตรวจบันทึกข้อมูล |
| | 2.10.2 เก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 3 ปี | 2.10.2 ตรวจบันทึกและการเก็บรักษาบันทึก |
| 3. การบำรุงรักษาและสุขาภิบาล<br>3.1 การทำความสะอาดและบำรุงรักษา | 3.1 ต้องทำความสะอาด และบำรุงรักษาอาคารสถานที่ รวมถึงเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ อย่างสม่ำเสมอ | 3.1 ตรวจแผน และบันทึกการทำความสะอาดและบำรุงรักษา |
| 3.2 การควบคุมแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ | 3.2 ป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ข้าว | 3.2 ตรวจบันทึกการปฏิบัติงานและการป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ โดยเฉพาะลานตากข้าวเปลือก พื้นที่เก็บข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวและผลิตผลพลอยได้ รวมทั้งพื้นที่บรรจุข้าว |

| รายการ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีตรวจประเมิน |
|---|---|---|
| 3.3 การจัดการของเสียหรือสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต | 3.3.1 แยกผลิตภัณฑ์ข้าวที่ไม่ได้คุณภาพออกไม่ให้ปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ข้าวที่ได้คุณภาพ | 3.3.1 ตรวจสถานที่ ตรวจบันทึกการปฏิบัติงาน และ/หรือสัมภาษณ์ |
| | 3.3.2 จัดการของเสียและขยะ ออกนอกบริเวณผลิต รวมทั้งจัดเก็บและกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะ | 3.3.2 ตรวจบันทึกการปฏิบัติงาน สถานที่ และ/หรือสัมภาษณ์ |
| | 3.3.3 เก็บเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ไม่ใช้แล้ว ออกนอกบริเวณผลิต | 3.3.3 ตรวจสถานที่ปฏิบัติงาน และ/หรือสัมภาษณ์ |
| 4. สุขลักษณะส่วนบุคคล | 4. ผู้ปฏิบัติงานและบุคคลภายนอกที่เข้าไปในบริเวณผลิตต้องรักษาสุขลักษณะส่วนบุคคล | 4. ตรวจระเบียบปฏิบัติของสถานประกอบการเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล และตรวจสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานและ บุคคลภายนอก และ/หรือสัมภาษณ์ |
| 5. การฝึกอบรม | 5.1 จัดฝึกอบรมเรื่องการปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับสุขลักษณะและความปลอดภัยของอาหารให้กับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง | 5.1 ตรวจบันทึกแผนการฝึกอบรม ตรวจประวัติการฝึกอบรม และ/หรือสัมภาษณ์ |
| | 5.2 ผู้ควบคุมเครื่องจักร ผู้ควบคุมคุณภาพและพนักงานห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพข้าว ต้องได้รับการฝึกอบรมตามหน้าที่และความรับผิดชอบ | 5.2 ตรวจบันทึกประวัติพนักงานและการฝึกอบรม และ/หรือสัมภาษณ์ |

## 4 คำแนะนำหลักการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว

คำแนะนำการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าวนี้ มีไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติด้านสุขลักษณะที่ดีสำหรับโรงสีข้าว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและเหมาะสมต่อการบริโภคและเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูป โดยรายละเอียดคำแนะนำอธิบายไว้ในภาคผนวก ก

# ภาคผนวก ก

# คำแนะนำการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว

(ข้อ 4)

## ก.1 สถานที่ผลิต

### ก.1.1 ทำเลที่ตั้ง

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งของโรงสีข้าวต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ชุมชน และมีมาตรการป้องกันไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ชุมชนอันเนื่องมาจากเสียง ฝุ่นละอองข้าว และเขม่าควันไฟ จากการประกอบการของโรงสีข้าว และสำหรับโรงสีข้าวที่ตั้งใหม่ต้องเลือกทำเลที่ตั้งห่างจากชุมชน

ก.1.1.2 ต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกิดการปนเปื้อน เช่น แหล่งรวมขยะ หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์พาหะนำเชื้อ และสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าว

ก.1.1.3 อยู่ในบริเวณที่น้ำท่วมไม่ถึง พื้นที่ตั้งสถานประกอบการมีความคงตัว ไม่แยกหรือหดตัว จนทำให้เกิดการแตกร้าวหรือทรุดตัว

ก.1.1.4 เลือกทำเลที่ตั้ง ที่มีพื้นที่ว่างเพียงพอ สามารถแยกพื้นที่การปฏิบัติงานออกจากสำนักงาน อาคารที่พักอาศัย บริเวณที่จอดรถ บ่อบำบัดน้ำเสียและปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็น

ก.1.1.5 การคมนาคมสะดวกมีระบบสาธารณูปโภคเพียงพอ

### ก.1.2 สถานที่ผลิต

#### ก.1.2.1 พื้นที่ลดความชื้น

ก.1.2.1.1 มีพื้นเป็นคอนกรีต เรียบ สะอาด ไม่มีน้ำขังเฉอะแฉะ และสิ่งปฏิกูล กรณีเป็นลานตากข้าวเปลือก ที่พื้นไม่ใช่คอนกรีต เมื่อตากข้าวเปลือก ต้องมีวัสดุรองพื้น เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการได้รับความชื้นจากพื้น

ก.1.2.1.2 มีการป้องกันสัตว์เลี้ยงและสัตว์พาหะนำเชื้อ เข้าไปภายในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน และ/หรือสร้างรั้วล้อมรอบพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนข้าวเปลือก

**ก.1.2.2 พื้นที่แช่ และนึ่งข้าวเปลือก**

ก.1.2.2.1 มีโครงสร้างทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ง่ายต่อการบำรุงรักษาและทำความสะอาด

(1) พื้นผิวของผนัง ฝากั้น และพื้น ทำจากวัสดุกันน้ำ ไม่เป็นพิษต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์
(2) พื้น ผนัง และฝากั้น มีผิวหน้าเรียบ
(3) พื้นควรสร้างให้สามารถระบายน้ำได้ดี และไม่มีน้ำขัง

**ก.1.2.3 พื้นที่เก็บข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวและผลิตผลพลอยได้**

ก.1.2.3.1 การเก็บในสภาพปกติ คือการเก็บโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในพื้นที่เก็บ การจัดวางข้าวเปลือกในพื้นที่เก็บ มี 2 วิธี คือ แบบเทกอง (bulk storage) และแบบใส่ภาชนะบรรจุ (bag storage) เช่น กระสอบป่าน หรือกระสอบพลาสติก เป็นต้น พื้นที่เก็บต้องมีลักษณะดังนี้

(1) ต้องกำหนดพื้นที่การจัดเก็บ แยกเป็นสัดส่วนป้องกันการปะปนและการปนเปื้อนได้ เพื่อให้สามารถจัดเรียงกองข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวและผลิตผลพลอยได้ แยกตามชนิดไม่ให้ปะปนกัน
(2) มีโครงสร้างทำจากวัสดุที่คงทน แข็งแรง ป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ มีผิวหน้าเรียบ ไม่มีส่วนประกอบเป็นพิษต่อการใช้งาน สามารถทำความสะอาดได้ง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา
(3) ป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ เช่น หนู และนก ได้
(4) ป้องกันความชื้นได้
(5) ต้องมีการถ่ายเทอากาศได้ดี เพื่อระบายความร้อนและความชื้นในกองข้าวออก ป้องกันข้าวเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา และแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ

ก.1.2.3.1 การเก็บในไซโล (Silo) ปัจจุบันไซโลที่ใช้มี 3 แบบคือ แบบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้เพียงอย่างเดียว แบบที่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้เพียงอย่างเดียว และแบบที่สามารถควบคุมได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ ไซโลที่ดีมีลักษณะดังนี้

(1) ต้องออกแบบและสร้างกลไกให้ข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าวที่เข้าก่อน ไหลออกก่อนและไม่มีเหลือตกค้างในไซโล นอกจากนี้ไซโลและบริเวณโดยรอบ ต้องสะอาด พื้นแห้ง ไม่มีท่อระบายน้ำ หรือช่องทางเชื่อมต่อกับภายนอก ที่สามารถเป็นช่องทางให้แมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ เช่น หนู เข้าได้
(2) มีโครงสร้างแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา
(3) ป้องกันแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อได้
(4) ป้องกันความชื้นได้
(5) ต้องมีระบบถ่ายเทอากาศหรือความคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้เพื่อป้องกันการเพิ่มขึ้นของความร้อนและความชื้นในกองข้าว ซึ่งทำให้ข้าวเสียหาย เกิดเชื้อราและเชื้อโรค รวมทั้งการเกิดและขยายพันธุ์ของแมลงศัตรูข้าว

**ก.1.2.4 พื้นที่ทำความสะอาดข้าวเปลือก พื้นที่กะเทาะข้าวเปลือก พื้นที่ขัดสี พื้นที่คัดแยกคุณภาพ และพื้นที่บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว**

ก.1.2.4.1 ต้องออกแบบ ให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับปฏิบัติงาน แยกเป็นสัดส่วนตามลำดับก่อนหลังของการปฏิบัติงาน เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อได้ โดยเฉพาะพื้นที่บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว ต้องจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน โดยพยายามจัดการให้พื้นที่บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวมีสภาพเป็นระบบปิดมากที่สุด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ข้าวที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่อผ่านจากขั้นตอนนี้แล้วจะไม่มีโอกาสที่จะขจัดสิ่งปนเปื้อนออกได้

ก.1.2.4.2 โครงสร้างแข็งแรง ทำด้วยวัสดุที่คงทน มีผิวหน้าเรียบ ไม่เป็นพิษต่อการใช้งาน สามารถทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย

ก.1.2.4.3 ควรมีพื้นที่เพียงพอสำหรับรับข้าวเปลือก และวางกระสอบข้าวที่ผ่านการขัดสีแล้วเพื่อรอการขนถ่ายอย่างน้อย 5 เท่าของพื้นที่บรรจุที่ใช้งานอยู่

ก.1.2.4.5 กรณีสร้างเป็นห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว

(1) ต้องเป็นระบบปิด

(2) โครงสร้างต้องคงทน แข็งแรง พื้น ผนังทุกด้าน แข็งแรง พื้นผิวเรียบ ไม่มีรอยร้าว ไม่เป็นพิษต่อการใช้งาน ทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย

(3) ห้องบรรจุต้องสะอาด รวมทั้งมีมาตรการรักษาความสะอาดและควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล

(4) มีมาตรการป้องกันความชื้น ฝุ่น ผง แมลง และสัตว์พาหะนำเชื้อ

(5) ติดตั้งอุปกรณ์ให้แสงสว่าง ในตำแหน่งที่เหมาะสม และมีฝาครอบป้องกันการปนเปื้อนของเศษแก้ว

**ก.1.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์**

ก.1.3.1 ออกแบบติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้มีขนาดเหมาะสมกับกำลังการผลิตที่ต้องการ โดยเลือกชนิด ประเภท และขนาดของเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้ถูกต้อง ตรงกับการผลิตในแต่ละขั้นตอน มีจำนวนเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน นอกจากนี้ควรติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา โดยคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นด้วย

ก.1.3.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่ใช้ต้องแข็งแรง ทนทาน ทำจากวัสดุที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน โดยไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และไม่มีชิ้นส่วนหลุดกะเทาะ เช่น เศษเหล็ก เศษหิน สี หรือจาระบี ลงปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ข้าว

ก.1.3.3 ทำความสะอาด และบำรุงรักษา เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการผลิตอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

ก.1.3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ก่อนการใช้งาน โดยเฉพาะเครื่องวัดความชื้น เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก ไซโลเก็บรักษาข้าวเปลือกและข้าวสาร เครื่องคัดแยก

เศษหิน เศษโลหะ เครื่องคัดแยกสีเมล็ดข้าว และเครื่องบรรจุข้าวถุง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

**ก.1.4 สิ่งอำนวยความสะดวก**

ก.1.4.1 มีการระบายอากาศที่เหมาะสมและเพียงพอ ในบริเวณปฏิบัติงาน

ก.1.4.2 ในบริเวณที่มีการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา ต้องมีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน โดยทั่วไป ควรมีแสงสว่าง ดังนี้

(1) จุดตรวจสอบ ประมาณ 540 lux
(2) จุดปฏิบัติงาน ประมาณ 220 lux
(3) บริเวณอื่น ๆ ประมาณ 110 lux

ก.1.4.3 น้ำที่ใช้ในกระบวนการขัดเงาข้าว ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำบริโภค ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องน้ำบริโภคและนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งมีปริมาณเพียงพอ

ก.1.4.4 ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการทำความสะอาดเพียงพอ และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน รวมทั้งเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด แยกเป็นสัดส่วนในสถานที่เหมาะสม

ก.1.4.5 ต้องมีระบบและสิ่งอำนวยความสะดวกในการระบายน้ำและการกำจัดของเสียอย่างเพียงพอภายในสถานที่ผลิต และมีภาชนะรองรับขยะที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอ รวมทั้งมีวิธีการระบุ คัดแยกและจัดเก็บของเสียหรือผลิตภัณฑ์ข้าวที่ไม่ได้คุณภาพออกจากระบบการผลิต โดยต้องมั่นใจว่าจะไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของโรคและสัตว์พาหะนำเชื้อ เช่น นก และหนู เป็นต้น

ก.1.4.6 มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล เช่น หมวก ตาข่ายคลุมผม ผ้าปิดปาก ถุงมือและอ่างล้างมือ รวมทั้งมีห้องสุขา เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

ก.1.4.6.1 มีระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เช่น หน้ากากป้องกันฝุ่น อุปกรณ์ป้องกันเสียงและอื่น ๆ รวมถึงสัญลักษณ์ชี้บ่งเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน

ก.1.4.6.2 ต้องสร้างห้องสุขาแยกจากบริเวณผลิต หรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง ห้องสุขาต้องถูกสุขลักษณะ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ มีอ่างล้างมือหน้าห้องน้ำ พร้อมอุปกรณ์ในการล้างมือและทำให้มือแห้ง

ก.1.4.7 การเก็บรักษาและการใช้วัตถุอันตราย

ก.1.4.7.1 วัตถุอันตรายทุกชนิด เช่น สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ ต้องมีป้ายระบุชัดเจนและจัดเก็บแยกไว้ในที่เหมาะสม ปลอดภัย และแยกเป็นสัดส่วนจากพื้นที่ผลิตเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน

ก.1.4.7.2 ไม่เก็บวัตถุอันตราย สารกำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ ไว้ในบริเวณอาคารผลิต พื้นที่บรรจุข้าว พื้นที่เก็บข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าว

ก.1.4.7.3 ให้จัดทำบันทึกการเบิกจ่าย ปริมาณการใช้ และปริมาณการจัดเก็บวัตถุอันตราย

ก.1.4.7.4 ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการอบรมหรือความรู้เรื่องการใช้วัตถุอันตรายที่ถูกต้องและปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ

## ก.2 การควบคุมการปฏิบัติงาน

### ก.2.1 การรับซื้อข้าวเปลือก

ก.2.1.1 ข้าวเปลือกที่รับซื้อ ต้องมาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว (มกษ. 4401) หรือมาจากแหล่งที่ผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว หรือ แหล่งผลิตซึ่งทราบที่มาหรือสามารถตรวจสอบได้

ก.2.1.2 ต้องกำหนดเกณฑ์ หรือระบุข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการรับซื้อไว้อย่างชัดเจน เช่น สภาพข้าวเปลือก สิ่งเจือปน ความชื้นของข้าวเปลือก และคุณภาพการสีข้าวเปลือก เป็นต้น รวมทั้งต้องตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกก่อนการรับซื้อ โดยสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกมาตรวจสอบคุณภาพ เช่น ชนิด ความสะอาด สิ่งเจือปน ความชื้น คุณภาพการสีและศัตรูพืชที่ติดมากับข้าวเปลือก รวมทั้งสุ่มวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในกรณีมีข้อสงสัย เพื่อให้ได้วัตถุดิบตรงตามความต้องการ กรณีรับซื้อข้าวเปลือกหอมมะลิ ต้องตรวจสอบปริมาณแอมิโลส เพื่อระบุคุณภาพของข้าวหอมมะลิด้วย

ก.2.1.3 ต้องตรวจสอบความถูกต้องของชุดตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก ได้แก่ เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก เครื่องขัดขาว และตะแกรงกลมคัดแยกข้าวหัก รวมทั้งชุดอุปกรณ์ตรวจสอบปริมาณแอมิโลส ตามคู่มือการปฏิบัติงาน

ก.2.1.4 สอบเทียบเครื่องชั่งและเครื่องวัด ความชื้น อย่างน้อยปีละครั้ง

### ก.2.2 การแช่และนึ่งข้าวเปลือก

ก.2.2.1 น้ำที่ใช้แช่และนึ่ง ต้องสะอาดและไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค และนำไปใช้อย่างถูกสุขลักษณะ น้ำที่ใช้แล้วไม่ควรนำกลับมาใช้อีก เพราะทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการแช่ ทำให้ข้าวมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

ก.2.2.2 ต้องทำความสะอาดของถังแช่ข้าวเปลือกทุกครั้งหลังการใช้งาน โดยกวาดเศษข้าวหรือสิ่งสกปรกที่ตกค้างในถังแช่ออกให้หมด และล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการสะสมของเชื้อรา

ก.2.2.3 สอบเทียบเครื่องชั่ง เครื่องตวง และเครื่องวัดอุณหภูมิ อย่างน้อยปีละครั้ง

**ก.2.3 การลดความชื้นข้าวเปลือก**

ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่า 15% ต้องนำไปลดความชื้นภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนจัดเก็บ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและปัญหาการเกิดข้าวเมล็ดเหลือง

ก.2.3.1 การลดความชื้นโดยใช้แสงอาทิตย์ ความหนาของชั้นข้าวเปลือก ที่เหมาะสมในการตากคือหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ถึง 10 เซนติเมตร และควรหมั่นกลับกองข้าวเปลือกบ่อย ๆ หรือทุก 2 ชั่วโมง หรือวันละ 4 ครั้ง เพื่อให้ความชื้นในข้าวลดลงอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ และไม่ควรตากข้าวเปลือกนานเกินไป ระยะเวลาในการตาก ขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้น ความหนาบางของชั้นข้าวเปลือกขณะตาก และความถี่ในการกลับ รวมถึงระดับความชื้นที่ต้องการ โดยทั่วไปควรหยุดตากเมื่อข้าวมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14%

ก.2.3.2 การลดความชื้นโดยการใช้เครื่องอบ ข้าวเปลือกที่อบลดความชื้น ต้องมีความชื้นไม่เกิน 25% อุณหภูมิที่ใช้อบต้องไม่สูงเกิน 50 องศาเซลเซียส ($^{\circ}$C) ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60% และไม่ลดความชื้นในอัตราที่เร็วเกินไป เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดได้

ก.2.3.3 การลดความชื้นแบบลมเป่าข้าวลอยตัว (fluidized bed drying) วิธีนี้จะใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80$^{\circ}$C เป่าข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้น ไม่ควรลดความชื้นจนข้าวเปลือกมีความชื้นต่ำกว่า 19% เพราะจะทำให้ข้าวหัก หลังจากความชื้นลดลงเหลือ 19% แล้วเทข้าวกองรวมกัน และปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นลง จึงอบลดความชื้น โดยให้ลดความชื้นลงอย่างช้า ๆ จนได้ความชื้นที่ต้องการหรือประมาณ 14%

**ก.2.4 การเก็บข้าวเปลือก**

ก.2.4.1 ข้าวเปลือกที่จัดเก็บ ต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง ตอซัง วัชพืช กรวด หิน ดินและทราย ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ปลอดภัย ขึ้นกับความชื้นของข้าวเปลือก ดังนี้

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน) | ความชื้น (%) |
|---|---|
| 2 | 14 |
| 8 ถึง 12 | 12 ถึง 13 |

ก.2.4.2 ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในโรงเก็บข้าวเปลือกให้ต่ำกว่าสภาวะที่จุลินทรีย์และแมลงศัตรูในโรงเก็บข้าวเปลือก สามารถเจริญเติบโตได้ดี (จุลินทรีย์เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}$C ถึง 40 $^{\circ}$C และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 65% ส่วนแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25$^{\circ}$C ถึง 35 $^{\circ}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% ถึง 80%) และหากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บสูงเกินไปจะมีผลทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

ก.2.4.3 ต้องจัดการหมุนเวียนข้าวเปลือกที่จัดเก็บ เพื่อให้สามารถระบายข้าวเก่า (ข้าวที่เก็บเป็นเวลานาน) และจัดเก็บข้าวใหม่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งจัดการไม่ให้มีข้าวเสื่อมคุณภาพเหลือตกค้างในพื้นที่จัดเก็บ

ก.2.4.4 สอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอย่างน้อยปีละครั้ง

ก.2.4.5 รักษาความสะอาดโรงเก็บข้าวเปลือกและบริเวณโดยรอบให้สะอาด พื้นต้องแห้ง ไม่มีน้ำขังเฉอะแฉะ และมีระบบระบายน้ำทิ้งอย่างเหมาะสม มีฝาปิดท่อเรียบร้อย ไม่ปล่อยให้เกิดการสะสมของขยะและสิ่งที่ไม่ใช้ รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำเชื้อ เช่น นก หนู แมลงสาบ และมด เป็นต้น

ก.2.4.6 หมั่นตรวจสอบข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไว้อย่างน้อยสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพข้าว ปริมาณและความเสี่ยง เพื่อป้องกันการทำลายของแมลง นก หนู หรือจุลินทรีย์ต่างๆ รวมทั้งสุ่มตัวอย่างตรวจสอบการทำลายของแมลงศัตรู อย่างน้อยเดือนละครั้ง หากพบผลิตภัณฑ์ข้าวที่เน่าเสีย หรือเสื่อมคุณภาพ ให้กำจัดออกจากบริเวณจัดเก็บทันที

ก.2.4.7 พยายามจัดการให้เคลื่อนย้ายสลับที่ หรือพลิกกลับกองข้าวเปลือก เป็นระยะ เพื่อระบายความร้อนและถ่ายเทความชื้นที่สะสมในกองข้าวเปลือกออก เมื่อพบว่าอุณหภูมิและความชื้นในกองข้าวเปลือกเพิ่มสูงขึ้น

**ก.2.5 การกะเทาะ การขัดสี และการคัดแยกคุณภาพ**

ก.2.5.1 ต้องมีระบบหรือมาตรการป้องกันและกำจัดฝุ่นผงจากกระบวนการกะเทาะ การขัดสี และการคัดแยกคุณภาพไม่ให้กระจายฟุ้งในอากาศ รวมทั้งเครื่องขัดสีข้าว ควรเป็นระบบปิดไม่ปล่อยให้ฝุ่นที่เกิดจากการขัดสีรั่วไหลกระจายปะปนในอากาศสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด นอกจากนี้โรงสีข้าวทุกประเภทที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 20 ตันต่อวันขึ้นไป ต้องควบคุมค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากกระบวนการผลิตออกสู่บรรยากาศ โดยขณะปฏิบัติงานต้องมีค่าความแตกต่างของความเข้มข้นฝุ่นละอองหรืออนุภาคขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างจุดตรวจวัดเหนือลมกับตรวจวัดใต้ลมไม่เกิน 0.100 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) หรือให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากโรงสีข้าว

ก.2.5.2 สอบเทียบเครื่องกะเทาะ เครื่องขัดสี เครื่องคัดแยกสี เครื่องคัดแยกเศษหินและเศษโลหะ อย่างน้อยปีละครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ เครื่องจักร ตามคู่มือการปฏิบัติงาน หรือทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการกะเทาะ ขัดสีและคัดแยกคุณภาพข้าว เช่น เครื่องคัดแยกสิ่งแปลกปลอม เช่นเศษหิน และเศษโลหะ ก่อนการใช้งาน

ก.2.5.3 ผู้ควบคุมการกะเทาะ ขัดสี คัดขนาด และคัดแยกคุณภาพข้าวสารต้องผ่านการฝึกอบรม หรือมีความชำนาญ สามารถควบคุมการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

ก.2.5.4 ควรวางแผนการผลิต ไม่ให้มีข้าวเปลือก และผลิตภัณฑ์ข้าว เช่น ข้าวกล้อง ข้าวสาร เหลือตกค้างในสายพานการผลิตหรือเครื่องจักร

ก.2.5.5 ไม่กองข้าวเปลือกทิ้งไว้ภายในบริเวณผลิต ควรจัดเก็บไว้ในพื้นที่เก็บข้าวเปลือก และขนย้ายมาใช้ผลิตเป็นครั้ง ๆ ไม่ควรกองข้าวเปลือกที่เหลือในบริเวณผลิต

ก.2.5.6 ควรมีคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้องสำหรับการปฏิบัติไว้อย่างชัดเจน ดังนี้

(1) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกะเทาะ

(2) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องขัดสี

(3) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาด

(4) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกสีเมล็ด

(5) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกสิ่งแปลกปลอม

**ก.2.6 การบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว**

ก.2.6.1 ต้องป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่น ผง เศษโลหะ เศษแก้ว เศษพลาสติก หรือสารเคมี เช่น น้ำมันเครื่อง และจาระบีจากการซ่อมบำรุง ลงบนสายพานลำเลียง และเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว

ก.2.6.2 ภาชนะบรรจุข้าว ต้องสะอาด ไม่ใช้ภาชนะเก่าที่เคยใช้บรรจุสารเคมีหรือวัตถุอันตรายมาก่อน ภาชนะบรรจุควรทำมาจากวัสดุที่ไม่เป็นอันตราย อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งาน ไม่ชำรุด สามารถป้องกันข้าวปนเปื้อน และป้องกันความชื้นได้ ต้องตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพของภาชนะบรรจุข้าวอย่างสม่ำเสมอ และเก็บภาชนะบรรจุข้าว ไว้ในที่สะอาด

ก.2.6.3 สอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องบรรจุข้าวอย่างน้อยปีละครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ก่อนการใช้งานเป็นประจำ

ก.2.6.4 จัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานสำหรับการบรรจุข้าว เป็นสัดส่วนแยกจากส่วนอื่นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม และควรเป็นระบบปิด มีการป้องกันแมลง และสัตว์พาหะนำเชื้อ เข้าในบริเวณปฏิบัติงาน โดยอาจติดตั้งเครื่องดักจับและกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพ ภายในพื้นที่บรรจุข้าว รวมทั้งป้องกันรอยแตกรอยรั่วและรอยต่อต่าง ๆ ด้วยวัสดุที่เหมาะสม ได้แก่ ใช้ยางติดขอบประตู ใช้ซิลิโคนหรือวัสดุคงทนอื่นอุดตามรอยต่าง ๆ และหมั่นตรวจสอบการทำงานของเครื่องดักจับและกำจัดแมลงอย่างสม่ำเสมอ

ก.2.6.5 ควรบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวที่ผ่านการผลิตลงในภาชนะบรรจุ เช่น กระสอบ หรือถุงพลาสติก ให้เรียบร้อยทันที และไม่ควรวางทิ้งไว้ในพื้นที่บรรจุ ควรขนย้ายไปจัดเก็บที่พื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ทุกวัน

ก.2.6.6 ควรตรวจสอบความพร้อมและความสะอาด ของสายพานลำเลียง เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตก่อนเริ่มงาน และขณะปฏิบัติงาน ภายหลังการปฏิบัติงานประจำวัน ควรทำความสะอาดและบำรุงรักษาสายพานลำเลียง เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตทุกวัน

ก.2.6.7 ควรตรวจสอบสุขลักษณะและการแต่งกายของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ข้าว นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบริเวณผลิต ต้องปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ เช่น ไม่สูบบุหรี่ ถ่มน้ำลาย และเคี้ยวหมากฝรั่ง ขณะที่ทำการปฏิบัติงาน

**ก.2.7 การเก็บผลิตภัณฑ์ข้าว**

ก.2.7.1 ต้องจัดเรียงกองผลิตภัณฑ์ข้าวอย่างเป็นระเบียบ แยกเป็นหมวดหมู่ ไม่ปะปนกัน และมีป้ายชี้บ่งชัดเจน

ก.2.7.2 ไม่เก็บผลิตภัณฑ์ข้าวรวมกับวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปุ๋ยหรือสารเคมีอื่นที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ให้แยกสถานที่เก็บผลิตภัณฑ์ข้าว ออกจากสถานที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปุ๋ยหรือสารเคมีอื่น

ก.2.7.3 การจัดวางผลิตภัณฑ์ข้าวในพื้นที่เก็บ ควรมีวัสดุรองพื้น ไม่วางหรือกองข้าวสัมผัสกับพื้นโดยตรง ควรวางกระสอบ หรือถุงบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวบนฐานรองหรือแคร่ (pallet) โดยหลีกเลี่ยงหรือไม่ใช้ฐานรองที่ทำจากไม้ เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงศัตรูข้าว หากไม่มี pallet ให้วางกระสอบหรือถุงบรรจุข้าวสารบนวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ที่จะไม่ทำให้กระสอบสัมผัสกับพื้นโดยตรง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการได้รับความชื้นเพิ่มจากพื้น

ก.2.7.4 ควรรมผลิตภัณฑ์ข้าวด้วยสารเคมีเมื่อพบแมลงศัตรูข้าวเข้าทำลาย โดยใช้ตามคำแนะนำบนฉลาก หรือคำแนะนำของทางราชการเพื่อกำจัดแมลงศัตรูข้าวโดยต้องใช้ด้วยความระมัดระวังไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ข้าว

ก.2.7.5 การวางซ้อนกระสอบข้าวที่บรรจุในภาชนะบรรจุ ขนาด 50 กิโลกรัม ถึง 100 กิโลกรัม ควรวางกระสอบข้าวซ้อนกันสูงไม่เกิน 5.25 เมตรต่อชั้น สำหรับข้าวที่บรรจุในกระสอบป่าน ส่วนข้าวที่บรรจุในกระสอบพลาสติก สามารถวางซ้อนกันสูงได้ไม่เกิน 3.5 เมตรต่อชั้น เนื่องจากกระสอบพลาสติกลื่นเมื่อวางซ้อนกันจะไม่มั่นคงเหมือนกระสอบป่าน การวางสูงเกินไปอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้

ก.2.7.6 ควรเว้นช่องว่างระหว่างกอง ให้สามารถเข้าไปปฏิบัติงานหรือเดินตรวจได้อย่างทั่วถึง โดยเว้นระยะห่างจากกองผลิตภัณฑ์ข้าวกับผนังกำแพงอย่างน้อย 0.50 เมตร และเว้นระยะห่างระหว่างกองผลิตภัณฑ์ข้าว ประมาณ 1 เมตร เพื่อการถ่ายเทอากาศ การตรวจสอบ และการทำความสะอาด นอกจากนี้ควรเว้นระยะห่างจากกองผลิตภัณฑ์ข้าวถึงหลังคา ไม่ต่ำกว่า 1.50 เมตร

**ก.2.8 การเก็บรักษาผลิตผลพลอยได้**

ผลิตผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการผลิต เช่น แกลบ และรำข้าว ต้องมีการจัดการไม่ให้ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ข้าว เช่นแยกออกนอกบริเวณผลิต จัดแบ่งพื้นที่แยกเก็บเป็นสัดส่วนจากพื้นที่อื่น หรือใส่ในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย เป็นต้น

**ก.2.9 การขนส่ง**

พาหนะที่ใช้ขนส่ง ต้องสะอาด ปิดมิดชิด หรือ สามารถป้องกันน้ำจากภายนอกได้ ไม่ควรใช้พาหนะที่บรรทุกดิน สัตว์ มูลสัตว์ ปุ๋ย สารเคมี หรือวัตถุอันตรายทางการเกษตร มาบรรทุกข้าว ยกเว้นได้ทำความสะอาดอย่างเหมาะสมก่อนนำมาใช้งาน มีการป้องกันการปนเปื้อนจากแมลง สัตว์พาหะนำเชื้อ น้ำ สารเคมี และสิ่งสกปรก เช่น ก่อนการขนย้ายสินค้าขึ้นพาหนะขนส่ง ควรตรวจสอบและทำความสะอาดขนส่งก่อนเริ่มดำเนินงาน ระหว่างการขนส่งต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์ข้าว รวมทั้งให้คำแนะนำด้านสุขลักษณะแก่พนักงานขนส่ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนหรือความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าว

**ก.2.10 การบันทึกข้อมูล**

ก.2.10.1 แบบบันทึก มีดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการโรงสีข้าว

(2) การรับซื้อข้าวเปลือก

(3) การคัดแยกคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าว

(4) ค่าควบคุมคุณภาพที่ต้องควบคุม

(5) การตรวจสอบความถูกต้องและการสอบเทียบเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์

(6) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรการเก็บรักษาข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าว

(7) การป้องกันกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ

(8) การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา

(9) การขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว

(10) ประวัติพนักงาน การฝึกอบรม การตรวจสุขภาพประจำปี

ก.2.10.2 เก็บรักษาบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงาน และเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้อย่างน้อย 3 ปี กรณีเป็นบันทึกที่เกี่ยวข้องกับพนักงานหรือเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ให้เก็บรักษาบันทึกนั้นไว้ตลอดอายุการใช้งาน

ก.2.10.3 ควรบันทึกข้อมูลในกระบวนการผลิตอย่างครบถ้วน จัดทำเอกสารหรือแบบบันทึก ให้เป็นปัจจุบันสำหรับการผลิตในแต่ละครั้ง มีการลงชื่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุม กำกับในบันทึกทุกครั้งที่บันทึกข้อมูล นอกจากนี้การเก็บรักษาบันทึกข้อมูลควรเก็บให้เป็นระบบ เพื่อความสะดวกในค้นหา ตรวจสอบและนำมาใช้

## ก.3 การบำรุงรักษาและการสุขาภิบาล

### ก.3.1 การทำความสะอาดและบำรุงรักษา

ก.3.1.1 มีแผนการทำความสะอาด ที่ระบุวิธีการ ความถี่ของการทำความสะอาด รวมทั้งผู้รับผิดชอบ

ก.3.1.2 ทำความสะอาด บำรุงรักษา ซ่อมแซม พื้น ผนัง เพดาน อุปกรณ์ที่ยึดติดกับผนัง หรือเพดาน ตรวจสอบรอยรั่ว และรอยต่อต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

ก.3.1.3 อาคาร พื้นที่ปฏิบัติงานและบริเวณโดยรอบ ต้องรักษาความสะอาดไม่ให้สกปรก มีน้ำขังเฉอะแฉะ และจัดการระบายน้ำทิ้งอย่างเหมาะสม มีฝาปิดท่อเรียบร้อย ไม่ปล่อยให้ขยะและสิ่งที่ไม่ใช้ สะสมจนเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำเชื้อ เช่น หนู แมลงสาบ และมด เป็นต้น

ก.3.1.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องทำความสะอาดและดูแลให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว ควรแยกเก็บให้เป็นสัดส่วนในสถานที่ที่จัดไว้

ก.3.1.5 มีแผนการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้งาน การตรวจสอบ การบำรุงรักษา การซ่อมแซม เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

### ก.3.2 การควบคุมแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ

ก.3.2.1 ต้องป้องกัน กำจัดแมลง สัตว์เลี้ยงและสัตว์พาหะนำเชื้อเข้าในบริเวณผลิต โดยเฉพาะลานตากข้าวเปลือก พื้นที่เก็บข้าวเปลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวและผลิตผลพลอยได้ รวมทั้งพื้นที่บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว ด้วยการบำรุงรักษาและซ่อมแซมอาคาร สถานที่ให้อยู่ในสภาพดีเสมอ กำจัดแหล่งที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ ปิดช่องลอดต่าง ๆ ทางระบายน้ำและบริเวณที่สัตว์พาหะจะนำเชื้อเข้ามาได้ เช่น การติดตาข่าย มุ้งลวด หรือม่านพลาสติก อย่างไรก็ตามในการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ จะมุ่งเน้นที่การป้องกันก่อน ด้วยการหมั่นตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน ตรวจหาร่องรอยของสัตว์พาหะนำเชื้อ ร่อยรอยการเข้าทำลายหรือชิ้นส่วนของสัตว์พาหะ เพื่อให้สามารถควบคุมได้อย่างทันท่วงที

ก.3.2.2 การกำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ โดยการใช้สารเคมีหรือวิธีการทางฟิสิกส์หรือชีวภาพ ควรทำโดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าว หากใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ ในบริเวณผลิตต้องคำนึงถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ข้าว และควรมีมาตรการป้องกัน

ก.3.2.3 ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะเพื่อหลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่จะชักนำแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อเข้ามาในบริเวณผลิต เช่น รักษาบริเวณภายในและภายนอกบริเวณผลิตให้สะอาด เก็บของเสียและผลิตภัณฑ์ข้าวที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ ใส่ในภาชนะปิดที่สามารถป้องกันสัตว์พาหะนำเชื้อได้แล้วนำไปกำจัดหรือจัดการอย่างถูกสุขลักษณะ

**ก.3.3 การจัดการของเสีย หรือสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต**

ก.3.3.1 ต้องแยกเก็บผลิตภัณฑ์ข้าวที่ไม่ได้คุณภาพออกไม่ให้ปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ข้าวที่ได้คุณภาพ โดยจัดเก็บเป็นสัดส่วนและมีป้ายชี้บ่งที่ชัดเจน เพื่อป้องกันไม่ให้ปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ข้าวที่ได้คุณภาพ

ก.3.3.2 ต้องคัดแยกของเสีย และขยะออกจากพื้นที่ที่ทำการผลิต มีการชี้บ่ง จัดเก็บ และกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะโดยคำนึงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ข้าวและสิ่งแวดล้อม

ก.3.3.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่ไม่ได้ใช้ เสีย หรือไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ให้นำออกจากบริเวณผลิต โดยรวบรวมและแยกเป็นสัดส่วนในบริเวณที่จัดเตรียมไว้

ก.3.3.4 อาคารและบริเวณโดยรอบ ต้องมีการระบายน้ำดี ไม่มีเศษเหลือจากการผลิตติดค้างในท่อ รวมทั้งไม่ควรออกแบบทางระบายน้ำผ่านกลางอาคารหรือพื้นที่ปฏิบัติงาน เนื่องจากอาจเป็นช่องทางผ่านของสัตว์พาหะนำเชื้อได้

**ก.4 สุขลักษณะส่วนบุคคล**

ก.4.1 มีการตรวจสอบสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน อย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนสู่ข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าว รวมทั้งควรบันทึกผลการตรวจสุขลักษณะส่วนบุคคลและการแต่งกายไว้

ก.4.1.1 ผู้ปฏิบัติงานต้องมีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคที่สามารถเป็นพาหะนำโรคได้ และตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอย่างน้อยปีละครั้ง และรวบรวมผลการตรวจสุขภาพไว้

ก.4.1.2 ผู้ปฏิบัติงานต้องแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่สะอาดเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน เช่น ผู้ปฏิบัติงานในห้องบรรจุข้าวต้องสวม ตาข่ายคลุมผม หมวก ใส่เสื้อที่ไม่มีกระดุมข้อมือ และไม่สวมใส่เครื่องประดับ ขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น

ก.4.1.3 ดูแลสุขอนามัยมือและเล็บของผู้ปฏิบัติงานให้สะอาด เช่น ล้างมือ แขน ให้สะอาดก่อนและหลังการปฏิบัติงาน รวมทั้งสวมถุงมือ ใส่รองเท้า ผ้าปิดปาก ตาข่ายคลุมผมและหมวกอยู่เสมอ ขณะปฏิบัติงานในบริเวณพื้นที่บรรจุข้าว เป็นต้น

ก.4.1.4 ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบริเวณผลิต ต้องปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ เช่น ไม่สูบบุหรี่ ถ่มน้ำลาย และเคี้ยวหมากฝรั่ง ขณะปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

ก.4.1.5 บุคคลภายนอกที่เข้าไปในบริเวณผลิตต้องได้รับการอนุญาตและต้องปฏิบัติตามสุขลักษณะส่วนบุคคลที่สถานประกอบการกำหนดไว้ หรือปฏิบัติตามข้อ ก.4.1.2 และ ก.4.1.4

## ก.5 การฝึกอบรม

ก.5.1 การฝึกอบรมสุขลักษณะอาหารเป็นพื้นฐานที่สำคัญ พนักงานทุกคนต้องได้รับการฝึกอบรมเรื่องการปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับสุขลักษณะ และความปลอดภัยของอาหาร เพื่อที่จะได้ทราบและสำนึกในบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตนที่มีต่อสินค้า

ก.5.2 ผู้ควบคุมเครื่องจักร ผู้ควบคุมคุณภาพ ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัตถุอันตรายและพนักงานห้องปฏิบัติการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าว ต้องได้รับการฝึกอบรมตามหน้าที่และความรับผิดชอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# ภาคผนวก ข

## ตัวอย่างแบบบันทึก

**ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการโรงสีข้าว**

ข้อ ก.2.10.1 (1)

1. ชื่อโรงสีข้าว .....

2. สถานที่ตั้งโรงสี เลขที่.....หมู่.....ถนน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....มือถือ.....โทรสาร.....

3. หมายเลขทะเบียนกรมโรงงานอุตสาหกรรม.....

4. กำลังผลิต (ต่อวัน).....

5. ชื่อผู้ติดต่อ.....

หมายเลขบัตรประชาชน □□□□□□□□□□□□□

ตำแหน่ง.....

สถานที่ติดต่อ เลขที่.....หมู่.....ถนน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....มือถือ.....โทรสาร.....

6. ชื่อผลิตภัณฑ์ที่ขอการรับรอง.....

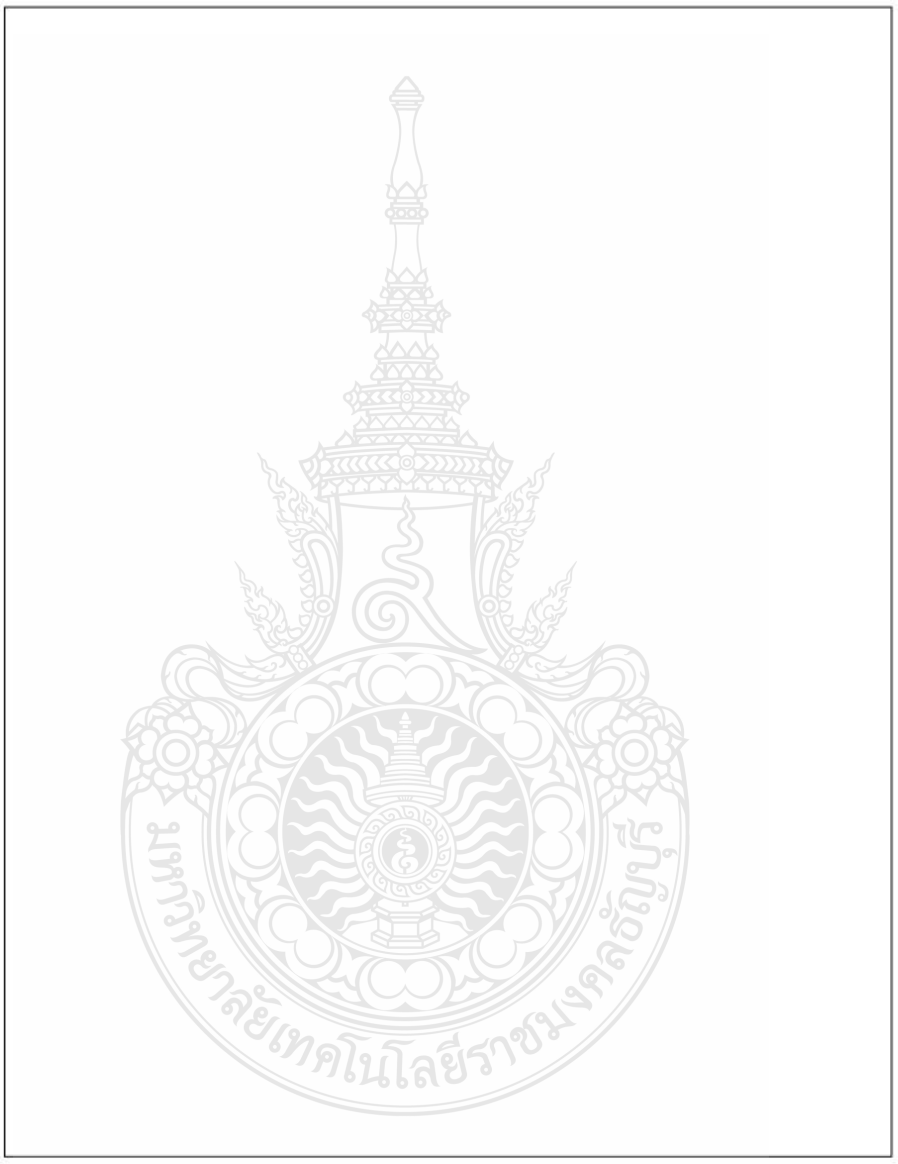
.....

7. รายการขอบข่าย หรือกระบวนการผลิตที่ขอการรับรอง.....

.....

.....

11. แผนผังที่ตั้งโรงสีข้าว แสดงเส้นทางคมนาคมและสถานที่สำคัญในบริเวณใกล้เคียง เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางไปสถานประกอบการ



# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การรับซื้อข้าวเปลือก**

ข้อ ก.2.10.1 (2)

| | |
|---|---|
| วันที่รับซื้อข้าวเปลือก..... เวลา ..... น. | |
| ชื่อผู้ส่งข้าว .....<br>หมายเลขบัตรประชาชน □□□□□□□□□□□□□<br>ที่อยู่.....เลขที่.....หมู่.....ถนน.....<br>ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....<br>รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....มือถือ..... | |
| ทะเบียนรถ | |
| น้ำหนักรถ ก่อนลงข้าว (ก.ก.) | |
| น้ำหนักรถ หลังลงข้าว (ก.ก.) | |
| น้ำหนักข้าวเปลือก (ก.ก.) | |
| ชนิด/พันธุ์ข้าว | |
| □ มีใบรับรองแปลง GAP ใบรับรองเลขที่ ..... | |
| □ ไม่มีใบรับรองแปลง GAP แต่ปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP<br>ชื่อผู้ปลูก .....<br>สถานที่ปลูก หมู่.....ตำบล.....อำเภอ.....<br>จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....<br>วัน-เดือน-ปีที่เก็บเกี่ยว..... | |
| คุณภาพข้าวเปลือก | |
| % ความชื้น | |
| % สิ่งเจือปน | |
| % ต้นข้าว | |
| %ข้าวหัก | |
| สภาพผิดปกติที่พบ (เช่น ข้าวเมล็ดเหลือง ข้าวอ่อน ข้าวเปียก ข้าวมีกลิ่น)..... | |
| สถานที่จัดเก็บ | |

**ลงชื่อผู้บันทึก** ..... **ลงชื่อผู้ตรวจสอบ** .....

(.....) (.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร**

ข้อ ก.2.10.1 (3)

ฝ่าย/แผนก .....

| รหัสเครื่องจักร | ชื่อ/ชนิดเครื่องจักร | ว/ด/ป | เวลา | การทำงาน | | อาการ/วิธีการแก้ไข | ลงชื่อผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ทำงานปกติ | ไม่ปกติ | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**แผนการสอบเทียบเครื่องมือ**

ข้อ ก.2.10.1 (4)

ฝ่าย/แผนก.....วัน/เดือน/ปี.....

| รหัสเครื่องมือ | ชื่อ/ชนิด เครื่องมือ | ช่วงการวัด | ช่วงสอบเทียบ | ค่าแก้ | ค่าความถูกต้อง | สอบเทียบ ครั้งล่าสุด | สอบเทียบ โดย | สอบเทียบ ครั้งต่อไป | ลงชื่อ ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การคัดแยกคุณภาพข้าว**

ข้อ ก.2.10.1 (5)

| | | |
|---|---|---|
| **1. วันที่ผลิต** | **...../...../.....** | **เวลา ..... น.** |
| **2. ชนิด/พันธุ์ข้าว :** | | |
| **3. สถานที่เก็บข้าวเปลือก :** | | |
| **4. รุ่นข้าวเปลือก (lot) :** | | |
| **5. น้ำหนักข้าวเปลือก (กิโลกรัม) :** | | |
| **คุณภาพการขัดสี** | **น้ำหนักผลิตผล** | |
| | **กิโลกรัม** | **เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก** |
| **1. ข้าวสารเต็มเมล็ด** | | |
| **2. ข้าวต้น** | | |
| **3. ข้าวหักใหญ่** | | |
| **4. ข้าวหัก** | | |
| **5. ปลายข้าว** | | |
| **6. ระดับการสี** | | |
| **7. สถานที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์ข้าว** | | |

**ลงชื่อผู้บันทึก .....**

**(.....)**

**ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....**

**(.....)**

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การเก็บรักษาข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ข้าว**

ข้อ ก.2.10.1 (6)

แผนก..... สถานที่เก็บ ..... ☐ ข้าวเปลือก ☐ ผลิตภัณฑ์ข้าวที่จัดเก็บ (ระบุ).....

| ว/ด/ป | เวลา | สภาวะการจัดเก็บ | | สภาพข้าวเปลือก/ผลิตภัณฑ์ข้าว | | | สาเหตุ/การแก้ไข | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | อุณหภูมิ ($^{o}$C) | ความชื้นสัมพัทธ์ (%) | อุณหภูมิ ($^{o}$C) | ความชื้น (%) | สิ่งผิดปกติ | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การป้องกัน กำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ**

ข้อ ก.2.10.1 (7)

| สถานที่/แผนก | ว/ด/ป | เวลา | ร่องรอยที่พบ (เช่น ตัว/มูล/รอยเท้า/ กลิ่น/ชิ้นส่วนของแมลง ) | การแก้ไข | ผลการตรวจ | | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | พอใจ | ไม่พอใจ | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

**ลงชื่อผู้ตรวจสอบ** .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การทำความสะอาดและการบำรุงรักษาสถานที่**

ข้อ ก.2.10.1 (8)

| สถานที่/แผนก | ว/ด/ป | เวลา | รายการทำความสะอาด | รายการบำรุงรักษา | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การทำความสะอาดและการบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์**

ข้อ ก.2.10.1 (9)

**แผนก** .....

| รหัสเครื่องจักร | ชื่อ/ชนิดเครื่องจักร | ว/ด/ป | เวลา | การทำความสะอาด | | การบำรุงรักษา | | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ก่อนการผลิต | หลังการผลิต | ก่อนการผลิต | หลังการผลิต | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**การขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว**

ข้อ ก.2.10.1 (10)

วัน/เดือน/ปี.....เวลาออกรถ.....

ชื่อลูกค้า .....

ชื่อลูกค้า .....

ชื่อสถานที่จัดส่ง/แหล่งจำหน่าย .....

เลขที่.....หมู่.....ถนน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

ทะเบียนรถ.....

ชื่อพนักงานขับรถ.....

สภาพรถขนส่ง.....

☐ ความสะอาด (ระบุ).....

☐ การป้องกันผลิตภัณฑ์ (ระบุ).....

รายการผลิตภัณฑ์ที่ส่ง .....(Lot No.) .....

ปริมาณการจัดส่ง (กก.) .....

สภาพผลิตภัณฑ์ % ความชื้น..... อุณหภูมิ ($^{o}$C).....

ข้อบกพร่อง .....

.....

การแก้ไข.....

.....

ลงชื่อผู้บันทึก ..... ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....) (.....)

# ตัวอย่างแบบบันทึก

**ประวัติการฝึกอบรม/ฝึกงานของพนักงาน**

ข้อ ก.2.10.1 (11)

**1. ชื่อ** .....**รหัสประจำตัวของพนักงาน**.....

**2. วันที่เริ่มทำงาน** .....

**3. ประวัติการทำงาน**

3.1 ตำแหน่ง/ฝ่าย/แผนก ..... วันที่รับตำแหน่ง/บรรจุ .....

3.2 ตำแหน่ง/ฝ่าย/แผนก ..... วันที่รับตำแหน่ง/บรรจุ .....

3.3 ตำแหน่ง/ฝ่าย/แผนก ..... วันที่รับตำแหน่ง/บรรจุ .....

**4. ประวัติการฝึกอบรม/ฝึกงาน (ตามตำแหน่ง และหน้าที่ความรับผิดชอบ)**

| วันฝึกอบรม | ชื่อหลักสูตร | หน่วยงานที่ฝึกอบรม | ใบรับรอง | | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | มี | ไม่มี | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**5. ประวัติการฝึกอบรมตามระบบคุณภาพ/สุขลักษณะส่วนบุคคล**

| วันฝึกอบรม | ชื่อหลักสูตร | หน่วยงานที่ฝึกอบรม | ใบรับรอง | | ผู้บันทึก |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | มี | ไม่มี | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ลงชื่อผู้ตรวจสอบ .....

(.....)

# ภาคผนวก ค

# หน่วย

หน่วยและสัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรฐานนี้ และหน่วยที่ SI (International System of Units หรือ *Le Système International d' Unités;* SI) และหน่วยที่ใช้ในมาตรฐานนี้ มีดังนี้

| ปริมาณ | ชื่อหน่วย | สัญลักษณ์หน่วย |
|---|---|---|
| ความยาว | เซนติเมตร (centimeter) | cm |
| | เมตร (meter) | m |
| ความเข้มข้น | มิลลิลิตรต่อลิตร (milliliter per liter) | ml/l |
| มวล | มิลลิกรัม (milligram) | mg |
| | กิโลกรัม (kilogram) | kg |
| อุณหภูมิ | องศาเซลเซียส (degree Celsius) | °C |
| ความสว่าง | ลักซ์ (lux) | lux |

# ภาคผนวก ข

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

มอก.888-2532

พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 1 พ.ศ.2536 จำนวน 200เล่ม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 2461175

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 106 ตอนที่ 166

วันที่ 1 ตุลาคม พุทธศักราช 2532

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

1.ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ส่วนประกอบและการทำคุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "เครื่องสี"

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ เครื่องสีที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อสีข้าวเปลือก โดยผ่านกระบวนการทำความสะอาดข้าวเปลือก ระบบกะเทาะข้าวเปลือก ระบบแยกแกลบ ระบบขัดข้าว ระบบแยกรำ และระบบแยกปลายข้าว ซึ่งมีความสามารถสีข้าวได้ไม่เกิน 800 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง

2.บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวเปลือก (paddy) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีเปลือกหุ้มอยู่

2.2 ข้าวกล้อง (cargo rice, loonzain rice, brown rice or husked rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้าหรือข้าวเปลือกเหนียวเพื่อเอาเปลือกออกเท่านั้น ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด (whole grain) ต้นข้าว(head rice) ข้าวหักใหญ่(big brokens) ข้าวหัก(brokens) และปลายข้าว(small brokens)

2.3 ข้าวขาว (white rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกโดยสีเอาเปลือกออกและขัดเอารำออกจนมีสีขาว ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว

2.4 ข้าวเต็มเมล็ด หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ดโดยมิได้มีส่วนใดหักออกเลย (ข้าวเต็มเมล็ดมี 10 ส่วน)

2.5 ต้นข้าว หมายถึง เมล็ดข้าวที่บางส่วนและเป็นหัวหรือท้าย หรือทั้งหัวทั้งท้ายของเมล็ดข้าวได้หัก และมีความยาวตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด

2.6 ข้าวหักใหญ่ หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้ง 5 ส่วนขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว

2.7 ข้าวหักหมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวหักใหญ่

2.8 ปลายข้าว หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวต่ำกว่า 2.5 ส่วนของข้าวเต็มเมล็ด

2.9 แกลบ (husk) หมายถึง เปลือกข้าวที่สีแตกออกจากเมล็ดข้าว

2.10 รำ (bran) หมายถึง ส่วนผิวของเมล็ดที่ถูกขัดสีออกไปให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นแป้ง

2.11 ความสามารถสีข้าว (milling capacity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องสีในการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวขาว โดยวัดจากอัตราการป้อนข้าวเปลือกเข้าเครื่องสีในขณะที่เครื่องสีทำงาน ให้ประสิทธิภาพการสีข้าวที่ดีที่สุด เป็นกิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมง

2.12 ประสิทธิภาพการสีข้าว (milling rice recovery) หมายถึง น้ำหนักข้าวขาวต่อน้ำหนักข้าวเปลือก เป็นร้อยละ

2.13 ประสิทธิผลการสีข้าว (head rice recovery) หมายถึงน้ำหนักต้นข้าวต่อน้ำหนักข้าวเปลือก เป็นร้อยละ

2.14 ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด (percentage of whole grain) หมายถึงน้ำหนักข้าวเต็มเมล็ดต่อน้ำหนักข้าวขาว

2.15 ปริมารการขัดสี (degree of polish) หมายถึง ส่วนชั้นรำของเมล็ดข้าวกล้องที่ถูกขัดสีออกไป โดยการขัดสีสามารถปรับแต่งให้ปริมาณการขัดสีเป็นไปตามต้องการของผู้สีและผู้บริโภค ปริมาณการขัดสีเท่ากับน้ำหนักข้าวเต็มเมล็ดต่อน้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด

2.16 อัตราการทำงานจำเพาะ หมายถึง อัตราการทำงานต่อหน่วยกำลังของต้นกำลัง

3. ส่วนประกอบและการทำ

3.1 ส่วนประกอบ

เครื่องสีต้องมีระบบทำความสะอาดข้าวเปลือก ระบบกะเทาะข้าวเปลือก ระบบแยกแกลบ ระบบขัดขาว ระบบแยกรำ และระบบแยกปลายข้าว ซึ่งมีส่วนประกอบของระบบ รวมทั้งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.1.1 ระบบทำความสะอาดข้าวเปลือก ทำหน้าที่แยกสิ่งเจอปนออกจากข้าวเปลือกที่จะผ่านเข้าระบบกะเทาะข้าวเปลือก ประกอบด้วย

3.1.1.1 ชุดคัดแยกสิ่งเจอปน

3.1.1.2 ช่องทางออกสิ่งเจือปน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.2 ระบบกะเทาะข้าวเปลือก ทำหน้าที่กะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกออก ระบบนี้มี 3 แบบ คือ

3.1.2.1 แบบลูกกลิ้งหินกากเพชร (abrasive cylinder) ประกอบด้วยลูกกลิ้งหินกากเพชร ที่บรรจุอยู่ในโครงเหล็ก (housing) โดยมีแท่งยาง (rubber brake) กั้นไม่ให้ข้าวเปลือกวิ่งตามลูกกลิ้งหินกากเพชรในขณะที่เครื่องสีกำลังทำงาน ตัวโครงเหล็กบางส่วนหรือทั้งหมดทำด้วยตะแกรง สำหรับให้รำและเชื้อพันธุ์ (germ) ผ่านออก

3.1.2.2 แบบลูกยางกะเทาะ (rubber roll huller) ประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็กหุ้มยางสองลูกที่หมุนด้วยความเร็วไม่เท่ากัน และสามารถปรับระยะห่างลูกกลิ้งได้ตามความต้องการ

3.1.2.3 แบบโม่หิน (disc huller) ประกอบด้วยจานเหล็ก 2 แผ่นที่หุ้มผิวด้วยหินกากเพชร วางขนานกันและห่างกันตามขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกในแนวระดับ โดยที่จานบนยึดติดอยู่กับโครงเหล็ก ส่วนจานล่างยึดติดอยู่กับเพลาหมุน และสามารถปรับระยะระหว่างจานทั้งสองตามขนาดความยาวของข้าวเปลือกที่ป้อนเข้าได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.3 ระบบแยกแกลบ ทำหน้าที่แยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ประกอบด้วย

3.1.3.1 พัดลมดูดแกลบ

3.1.3.2 แผ่นกระจายที่ทำให้ส่วนผสมของข้าวกล้องและแกลบแผ่กระจายเมื่อไหล ผ่าน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.4 ระบบขัดข้าว ทำหน้าที่ขัดสีข้าวกล้องเพื่อเอาชั้นรำออกจากข้าวกล้อง ประกอบด้วย

3.1.4.1 ชุดแกนขัด หรือชุดหินขัด

3.1.4.2 ตะแกรง

3.1.4.3 แท่งยางอัดข้าว (ถ้ามี)

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.5 ระบบแยกรำ ทำหน้าที่แยกรำออกจากข้าวขาว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.6 ระบบแยกปลายข้าว ทำหน้าที่แยกปลายข้าวออกจากข้าวขาวประกอบตะแกรงดัด

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.7 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ ต้องเป็นดังนี้

3.1.7.1 พัดลมทำความสะอาดและพัดลมดูดแกลบเมื่อทดสอบตามข้อ 7.1 แล้ว ใบพัดของพัดลมทำความสะอาดและพัดลมดูดแกลบต้องสมดุลสถิต

3.1.7.2 ตลับลูกปืน ต้องเป็นตลับลูกปืนชนิดที่มีผนึกกันฝุ่นได้ทั้ง 2 ด้าน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.1.7.3 สายพานส่งกำลัง

(1) กรณีที่ใช้สายพานแบนส่งกำลัง ต้องเป็นสายพานแบนที่มีรูปร่าง ขนาด และคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายพานแบนส่งกำลัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 124

(2) กรณีที่ใช้สายพานตัววีส่งกำลัง ต้องเป็นสายพานตัววีที่มีรูปร่าง ขนาด และคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายพานตัววีส่งกำลัง มาตรฐานเลขที่ มอก.146

3.1.7.4 ล้อเร่งสายพาน (idler pulley) ต้องมีเล่นผ่านศูนย์กลางระบุไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในกรณีที่ใช้สายพานแบนส่งกำลัง หรือมีเล่นผ่านศูนย์กลางระบุไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตรในกรณีที่ใช้สายพานแบนตัววีส่งกำลัง

การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

3.1.7.5 ลิ่มและร่องลิ่ม

(1) ลิ่มต้องมีรูปร่าง มิติและคุณลักษณะที่ต้องการ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลิ่มและร่องลิ่ม มาตรฐานเลขที่ มอก.289

(2) ร่องลิ่มต้องมีรูปร่างและมิติ ตาม มอก.289

3.1.7.6 ทางผ่านของแกลบต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร การทดสอบให้ใช้เครื่องวัด ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

3.1.7.7 เพลา ต้องทำจากเหล็กเพลาขาว ที่มีสมบัติทางกล ดังนี้

(1) ความต้านแรงดึงอยู่ในช่วง 382 ถึง 736 เมกะพาสคัล

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 4 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดึง (ทั่วไป) มาตรฐานเลขที่ มอก. 244 เล่ม 4

(2) ความแข็ง อยู่ในช่วง 58 ถึง 99 HRB

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม3 การทดสอบความแข็งร็อคเวลล์ สำหรับเหล็กกล้า สเกล B และ C มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม3

3.1.7.8 ลูกยางกะเทาะ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกยางสีข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก.633

3.1.7.9 แท่งยางขัดข้าว (ถ้ามี) ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แท่งยางขัดข้าว มาตรฐานเลขที่ มอก.893

3.2 การทำ

3.2.1 ชิ้นส่วน อุปกรณ์และส่วนประกอบของระบบต่างๆ ของเครื่องสีต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ดังนี้

3.2.1.1 เครื่องต้นกำลัง อยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยต่อการทำงานและควบคุมง่าย

3.2.1.2 มีส่วนสำหรับใส่สารหล่อลื่นเพื่อหล่อลื่นส่วนที่เป็นจุดหมุนและส่วนดังกล่าวอยู่ตำแหน่งที่สามารถเติมสารหล่อลื่นได้สะดวก และมีเครื่องหมายบอกตำแหน่งของส่วนเหล่านี้ ยกเว้นรองลื่น

3.2.1.3 ส่วนหรือบริเวณที่ต้องบำรุงรักษาและทำความสะอาดอยู่เสมอสามารถทำความสะอาดและซ่อมแซมได้สะดวกเสมอ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2.2 เครื่องสีต้องไม่มีข้อบกพร่องที่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้ดังนี้

3.2.2.1 สลักเกลียวหรือปลายเพลาไม่ยื่นออกมายาวเกินไป

3.2.2.2 ชิ้นส่วนต่างๆ ไม่มีปลายหรือขอบแหลมคม

3.2.2.3 ระบบส่งกำลังที่อยู่ในตำแหน่งที่อาจเป็นอันตรายกับผู้ใช้มีฝาครอบซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการปรับแต่ง ซ่อม และเปลี่ยนชิ้นส่วนอื่นๆ และถอดออกได้โดยใช้เครื่องมือเท่านั้น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2.3 ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องปรับแต่งได้ดังนี้

3.2.3.1 ระบบกะเทาะข้าวเปลือก

สามารถปรับระยะการกะเทาะได้

3.2.3.2 พัดลมทำความสะอาดและพัดลมดูดแกลบ

สามารถปรับปริมาณลมได้

3.2.3.3 ระบบขัดขาว

สามารถปรับชั้นของการสีได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2.4 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะที่อาจเป็นสนิมได้ ต้องทาสีหรือเคลือบผิวเพื่อป้องกันสนิม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2.5 แกนเหล็กและตะแกรงต้องชุบแข็ง ให้มีความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 58 ถึง 60 HRC

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 244 เล่ม 3

4.คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 สมรรถนะที่ภาวะไม่มีโหลด

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.2.3.1 แล้ว ต้องเป็นดังนี้

4.1.1 ไม่เกิดการหยุดชะงักหรือการติดขัดในทุกระบบ

4.1.2 ชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่หรือสั่น ทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่เกิดเสียงผิดปกติ เนื่องจากการเสียดสีหรือความไม่สมดุล

4.1.3 ไม่มีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ใดชำรุดเสียหาย และชิ้นส่วนที่ยึดให้ติดกันด้วยหมุดย้ำ สลักเกลียวหรือการเชื่อมต้องไม่แยกหรือคลายออกจากกัน

4.1.4 ตลับลูกปืนไม่ร้อนผิดปกติ เนื่องจากการไม่ได้แนวของแกนเพลา

4.2 สมรรถนะที่ภาวะมีโหลด

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.2.3.2 แล้วต้องเป็นดังนี้

4.2.1 ประสิทธิภาพการสีข้าวไม่น้อยกว่าร้อยละ 64 ที่ปริมาณการขัดสีร้อยละ 10

4.2.2 ประสิทธิผลการสีข้าว ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 42

4.2.3 ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด ไม่น้อยกว่า 60

4.2.4 อัตราการทำงานจำเพาะ ไม่น้อยกว่า 54 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อชั่วโมงต่อกิโลวัตต์

4.2.5 ลักษณะการทำงานของเครื่อง ยังคงเป็นไปตามข้อ 4.1.1 ข้อ4.1.2 ข้อ4.1.3 และข้อ4.1.4

5.เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่เครื่องสีทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน และถาวร

(1) หมายเลขลำดับของเครื่องสี

(2) รหัสรุ่นที่ทำ

(3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.2 เครื่องสีทุกเครื่องต้องมีคู่มือแนะนำการใช้ ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ความเร็วรองของเพลาหลัก

(2) พิกัดกำลังและชนิดของต้นกำลัง

(3) ความสามารถสีข้าว

(4) การปรับแต่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ

(5) ช่วงทดสอบลองทำงาน (running-in)

(6) รายชื่อและรูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ

(7) การใช้และข้อควรระวังในการใช้

(8) การบำรุงรักษา

5.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

5.4 ผู้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เครื่องสีที่มีรหัสรุ่นเดียวกันใช้ต้นกำลังที่มีพิกัดและชนิดเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากัน ทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบส่วนประกอบและการทำ (ยกเว้นข้อ 3.1.7) และเครื่องหมายและฉลาก

6.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 1 เครื่อง

6.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1.1 ข้อ 3.1.2 ข้อ 3.1.3 ข้อ 3.1.4 ข้อ 3.1.5 ข้อ 3.1.6 ข้อ 3.2 และข้อ 5. ทุกข้อ จึงจะถือว่าเครื่องสีรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์

6.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่อไปนี้จากชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องสีรุ่นเดียวกันโดยวิธีสุ่มจำนวนจังต่อไปนี้

(1) พัดลมทำความสะอาด 1 ชุด

(2) พัดลมดูดแกลบ 1 ชุด

(3) ตลับลูกปืน ขนาดละ 1 ตัวอย่าง

(4) สายพานส่งกำลัง ขนาดละ 1 ตัวอย่าง

(5) ล้อเร่งสายพาน ขนาดละ 1 ตัวอย่าง

(6) ลิ่มและร่องลิ่ม ที่ใช้ร่วมกัน ขนาดละ 1 ชุด

(7) แผ่นเหล็กทำทางผ่านของแกลบ 1 ชิ้น

(8) เพลา ขนาดละ 1 ตัวอย่าง

(9) ลูกยางกะเทาะ ขนาดละ 1 ชุด

(10) แท่งยางขัดข้าว ขนาดละ 1 ตัวอย่าง

6.2.2.2 ตัวอย่างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามข้อ 3.1.7 จึงจะถือว่าเครื่องสีรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ

6.2.3.1 ให้ใช้ตัวอย่าง ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดข้อ 6.2.1 แล้ว

6.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. จึงจะถือว่าเครื่องสีรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเครื่องสี ต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1.2 ข้อ 6.2.2.2 และข้อ 6.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเครื่องสีรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 ความสมดุลสถิตของใบพัดลม

ปลดสายพานส่งกำลังออก ให้ใบพัดลมใบใดใบหนึ่งเป็นใบพัดลมอ้างอิง ใช้มือหมุนใบพัดลมอย่างแรงแล้วปล่อยให้หยุดนิ่ง ทำซ้ำกัน 5 ครั้ง ตำแหน่งของใบพัดลมอ้างอิงต้องไม่หยุดอยู่ที่ตำแหน่งเดิมไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง

7.2 สมรรถนะ

7.2.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการหาค่าต่างๆ และอุปกรณ์วัดในการทดสอบให้เป็นดังนี้

7.2.1.1 กำลังงาน ใช้ไดนาโมมิเตอร์หรือมาตรพลังงาน ที่สามารถวัดได้ โดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 2 หรือในกรณีที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำเป็นเครื่องยนต์เป็นต้นกำลังตามที่ผู้ทำระบุไว้อาจหาค่ากำลังงานของเครื่องยนต์ดังกล่าว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ มาตรฐานเลขที่

มอก.787

7.2.1.2 ความเร็วรอบ ใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ ที่สามารถวัดได้โดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 2

7.2.1.3 น้ำหนัก ใช้เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

7.2.1.4 ความชื้นของข้าวเปลือก ให้เป็นไปตาม ISO 712 หรืออาจใช้อุปกรณ์วัดความชื้นตามวิธีดังกล่าวแล้ว

7.2.2 การเตรียมการทดสอบ

7.2.2.1 ผู้ทำต้องระบุข้อมูลต่อไปนี้

(1) ความเร็วรอบของเพลาหลัก

(2) พิกัดกำลังและชนิดของต้นกำลัง

(3) ความสามารถสีข้าว

(4) การปรับแต่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ

(5) ช่วงทดลองทำงาน

(6) เงื่อนไขของข้าวเปลือก

(7) พันธ์ข้าว

7.2.2.2 การเตรียมเครื่องสีตัวอย่าง

(1) วางเครื่องสีตัวอย่างบนพื้นแข็งที่ได้ระดับยึดฐานเครื่องสีตัวอย่าง และต้นกำลังไว้กับพื้น

อย่างแน่นหนา

(2) ปรับแต่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ผู้ทำระบุในขณะที่เครื่องสีตัวอย่างทำงานที่ภาวะไม่

มีโหลดจนช่วงทดลองทำงานตามที่ผู้ระบุไว้ แต่ต้องไม่เกิน 1 ชั่วโมง

7.2.2.3 การเตรียมข้าวเปลือก

ข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบ ต้องเป็นข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือกข.15 หรือ กข.23 หรือข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข.6 หรือเหนียวสันป่าตอง หรือใช้ข้าวพันธุ์อื่นที่มีสมบัติใกล้เคียงกัน และต้องเป็นดังนี้

(1) ระดับความชื้นของข้าวเปลือก ไม่เกินร้อยละ 15

(2) ข้าวเปลือกต้องผ่านการทำความสะอาด ด้วยเครื่องทำความสะอาดอย่างน้อย 1 ครั้ง

7.2.3 วิธีทดสอบ

7.2.3.1 สมรรถนะที่ภาวะไม่มีโหลด

ให้เครื่องสีตัวอย่างทำงานที่ภาวะไม่มีโหลด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีพิกัดกำลังเหมาะสมที่ความเร็วรอบตามที่ผู้ทำระบุเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตรวจพินิจในระหว่างการทดสอบและภายหลังการทดสอบ

7.2.3.2 สมรรถนะที่มีภาวะโหลด

(1) ติดตั้งต้นกำลังที่มีพิกัดและชนิดตามที่ผู้ทำระบุ เข้ากับเครื่องสีตัวอย่าง ที่ผ่านการทดสอบในข้อ 7.2.3.1 แล้ว โดยให้ขับที่เพลาหลักโดยตรงหรือผ่านสายพานส่งกำลัง โดยยอมให้มีการสูญเสียกำลังในระบบส่งกำลังไม่เกินร้อยละ 6 สำหรับสายพานแบนส่งกำลัง หรือไม่เกินร้อยละ 3 สำหรับสายพานตัววีส่งกำลัง และให้ติดตั้งไดนาโมมิเตอร์ชนิดที่เหมาะสมหรือมาตรพลังงานเพื่อวัดกำลังงานที่เพลาหลักของเครื่องสี

(2) ให้เครื่องสีตัวอย่างทำงาน โดยสีข้าวเปลือกที่ความสามารถสีข้าวที่ความเร็วรอบของเพลาหลักตามที่ผู้ทำระบุเป็นเวลาเชั่วโมง

(3) ให้ตรวจพินิจในระหว่างการทดสอบ และภายหลังการทดสอบ และบันทึกกำลังงานขณะทดสอบดังนี้

(3.1) กรณีที่ใช้ไดนาโมมิเตอร์ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่บันทึกในช่วงเวลาห่างกันประมาณ20นาที รวม3ครั้ง

(3.2) กรณีที่ใช้มาตรพลังงาน ให้ใช้เวลาบันทึก20นาที

(4) ในระหว่างการทดสอบให้เก็บตัวอย่างข้าวกล้อง จากช่องทางผ่านข้าวกล้อง ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการทดสอบปริมาณการขัดสี

(5) หาค่าน้ำหนักต่อหน่วยเวลาของปริมาณต่างๆ ดังนี้

(5.1) ช่องทางผ่านข้าวกล้อง แยกปริมาณข้าวกล้องเต็มเมล็ดจากข้าวกล้องที่เก็บได้ในข้อ(4) ดังแสดงในตารางที่1 สดมภ์ที่2

(5.2) ช่องทางออกปลายข้าว ดังแสดงในตารางที่1 สดมภ์ที่3

(5.3) ช่องทางออกข้าว แยกปริมาณข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก ดังแสดงในตารางที่1 สดมภ์ที่4

ตารางที่ 1 ปริมาณผลการทดสอบที่ช่องทางออกต่างๆ

(ข้อ 7.2.3.2(5))

| | ช่องทางผ่านข้าวกล้อง | ช่องทางออกปลายข้าว | ช่องทางออกข้าวขาว |
|---|---|---|---|
| ข้าวกล้องเต็มเมล็ด | $W_2$ | - | - |
| ปลายข้าว | - | A | - |
| ข้าวเต็มเมล็ด | - | - | B |
| ต้นข้าว | - | - | C |
| ข้าวหักใหญ่ | - | - | D |
| ข้าวหัก | - | - | E |

(6) คำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

(6.1) ประสิทธิภาพการสีข้าว

$$\text{ร้อยละ} = \frac{A+B+C+D+E}{T} \times 100$$

(6.2) ประสิทธิผลการสีข้าว

$$\text{ร้อยละ} = \frac{B+C}{T} \times 100$$

(6.3) ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด

$$= \frac{B}{B+C} \times 100$$

(6.4) ปริมาณการขัดสี

$$\text{ร้อยละ} = \left(1 - \frac{W_1}{W_2}\right) \times 100$$

เมื่อ A คือ ปริมาณปลายข้าว เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

B คือ ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

C คือ ปริมาณต้นข้าว เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

D คือ ปริมาณข้าวหักใหญ่ เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

E คือ ปริมาณข้าวหัก เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

T คือ ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก ที่ถูกป้อนเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

$W_1$ คือ น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด เป็นกรัม

$W_2$ คือ น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด จำนวน 1,000 เมล็ด เป็นกรัม

# ภาคผนวก ค

# แบบบันทึกการทดสอบ

**แบบบันทึกการทดสอบ**

**การทำงานภาคสนามการทดสอบเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**

## ค.1 ทั่วไป

1. ชื่อโรงสีข้าว .....

2. สถานที่ตั้งโรงสี เลขที่.....หมู่.....ถนน.....ตำบล.....
   อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
   โทรศัพท์.....มือถือ.....โทรสาร.....

3. กำลังผลิต (ต่อวัน).....

4. ราคาโรงสี (บาท).....

5. ราคาโรงเรือน (บาท/ปี).....

6. อายุการใช้งาน (ปี).....

7. ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน).....

8. ค่าแรงงาน (บาท/เดือน) ).....

9. ค่าซ่อมแซม (บาท/เดือน).....

10. อัตราการรับจ้าง (บาท/ชั่วโมง).....

## ค.2 ระบบการทำงานของโรงสีข้าว

ค.2.1 ข้อมูลก่อนทดสอบทั่วไป

| เครื่องจักรในโรงสีข้าว | ตรวจสอบ |
|---|---|
| 1. เครื่องทำความสะอาด | |
| 2. เครื่องคัดขนาดข้าวเปลือก | |
| 3. เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก | |
| 4. เครื่องแยกแกลบ | |
| 5. เครื่องแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก | |
| 6. เครื่องขัดขาว 1 | |
| 7. เครื่องขัดขาว 2 | |

ค.2.1 ข้อมูลก่อนทดสอบทั่วไป (ต่อ)

| | |
|---|---|
| 8. เครื่องขัดขาว 3 | |
| 9. เครื่องขัดมัน | |
| 10. เครื่องคัดขนาดข้าว | |

**ค.3 ผลก่อนการทดสอบการทำงานของโรงสีข้าว**

ค.3.1 ข้อมูลก่อนทดสอบทั่วไป

| เครื่องจักรในโรงสีข้าว | ตรวจสอบ |
|---|---|
| 1. ตรวจสอบเครื่องสีข้าวให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ | |
| 2. น้ำหนักของข้าวเปลือกก่อนป้อนเข้าสู่ชุดรองรับข้าว (kg.) | |
| 3. เวลาในการทางานเครื่องสีข้าวเปลือก (h) | |
| 4. พันธ์ข้าว | |

ค.3.1.2 ความสะอาดของข้าวเปลือก

| ครั้งที่ | สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก | สิ่งเจือปน (g) | เมล็ดสะอาด (g) | ความสะอาด (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 g | | | |
| 2 | 100 g | | | |
| 3 | 100 g | | | |
| ค่าเฉลี่ยความสะอาด | | | | |

ค.3.3 ค่าความชื้นข้าวเปลือก

| ความชื้นข้าวเปลือก | ความชื้น (%) |
|---|---|
| 1. ครั้งที่ 1 | |
| 2. ครั้งที่ 2 | |
| 3. ครั้งที่ 3 | |
| 4. ครั้งที่ 4 | |
| 5. ครั้งที่ 5 | |
| เฉลี่ย | |

**ค.4 ผลการทดสอบการทำงานเครื่องสีข้าว**

ค.4.1 ผลการทดสอบที่ช่องทางออกต่างๆ เครื่องสีข้าว

| | ช่องทางผ่านข้าวกล้อง | ช่องทางออกปลายข้าว | ช่องทางผ่านข้าวกล้อง |
|---|---|---|---|
| 1. ข้าวกล้องเต็มเมล็ดจากจานวน 1,000 เมล็ด (g.) | | | |
| 2. ปลายข้าว (g. / 10 sec) | | | |
| 3. ข้าวเต็มเมล็ด (g. /10 sec) | | | |
| 4. ต้นข้าว (g. /10 sec) | | | |
| 5. ข้าวหักใหญ่ (g. /10 sec) | | | |
| 6. ข้าวหัก (g. /10 sec) | | | |
| 7. ข้าวข้าวเต็มเมล็ดจากจานวน 1,000 เมล็ด (g.) | | | |

ค.4.2 ความเร็วรอบของชิ้นส่วนโรงสีข้าว

| ชิ้นส่วนในการวัดความเร็วรอบ | ความเร็วรอบ |
|---|---|
| 1. ชุดกะเทาะข้าวเปลือก (rpm) | |
| 2. ชุดขัดขาว 1 (rpm) | |
| 3. ชุดขัดขาว 2 (rpm) | |
| 4. เครื่องคัดขนาดข้าวกล้อง (rpm) | |

# ภาคผนวก ง
# การเผยแพร่ผลงาน

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

THAI SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

ขอรับรองว่า

สุชาญ อาลีอุสมาน

เรื่อง "การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม"

ได้นำเสนอผลงานวิจัย

ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 ประจำปี 2560

ณ. อิมแพค ฟอรั่ม เมืองทองธานี กรุงเทพมหานคร

7-9 กันยายน 2560

Dares Kittiyopas
Chair, Organizing CommitteeTSAE2017

ที่อยู่ : อาคาร 5 ชั้น 5 กรมส่งเสริมการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 อีเมล์ : center@tsae.asia
address: Building 5 Floor 5 Department of Agriculture Extension Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND. Email : center@tsae.asia, www.tsae.asia

TSAE
2017
การประชุมวิชาการ
สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติ ครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 10
ประจำปี 2560
The 18th TSAE National Conference and
The 10th TSAE International Conference
(TSAE 2017)
ณ อิมแพค เมืองทองธานี
กรุงเทพมหานคร
7-9 กันยายน 2560
จัดโดย สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ร่วมกับ กรมส่งเสริมการเกษตร

FE010 Effect of Selected Freezing Methods on Quality of Durian Flesh with Seed .....61

FE011 Effect of final drying condition on qualities of freeze dry dragon fruit (*Hylocercus undatus*).....66

FE013 Precision Test for Spectral Characteristic of On-line Vis-NIR versus Off-line NIR Spectroscopy for Measuring Dry matter of Durian (*Durio zibethinus* cv Monthong).....71

FE014 Effect of Drying Temperature and Oil content on the Quality of Spray Dried Rice Bran Oil Powder Production.....74

PT001 Effect of Thermal Shock by Impinging Stream Technique on Bioactive Compounds of Germinated Difference Rice Varieties.....80

PT003 The Study of Halogen Lamps and Microwave Drying on Mechanical Properties of Oil Palm Timbers.....85

PT004 Temperature Profile and Moisture Content during Infrared Drying of Pelletized Rice Bran91

PT005 Scanning precision test for organic and inorganic tomatoes at different maturity levels96

SW001 Assessment of Potential Irrigation Area for Agricultural Planning in Huai Samran basin, Amphoe Khukan, Sisakat Province .....99

SW002 Benefits of Using Biofiltration Process for Pre-Treatment of Polluted River Water as Raw Water for Drinking Water Supply..... 105

NATIONAL CONFERENCE

TAM001 การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง..... 112

TAM003 ออกแบบ และพัฒนาไถระเบิดดินดานชนิดสั่นที่ขา 2 ขา แบบมีชุดควบคุมความถี่ในการสั่น..... 118

TAM004 การออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง..... 127

TAM005 การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบก..... 133

TAM006 การศึกษาและทดสอบเครื่องกะเทาะเมล็ดบัวหลวงแห้ง..... 139

TAM007 การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์..... 144

TAM008 วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารีสำหรับผลปาล์มน้ำมัน..... 150

TAM009 การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม..... 154

TAM010 พฤติกรรมการคัดแยกเมล็ดสำหรับชุดกะเทาะข้าวโพดแบบไหลตามแกน..... 160

TAM011 การวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ปั่นเส้นด้ายจากฝ้ายสำหรับกลุ่มผู้ผลิตผ้าฝ้ายรายย่อย..... 161

TAM012 การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 165

TAM014 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดฟางสำหรับการอัดใบอ้อยในแปลงอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวด้วยรถตัดอ้อย..... 169

TAM016 การออกแบบและพัฒนาชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก..... 175

TAM009

# การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สุชาญ อาลีอุสมาน[1]*, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์[1], จตุรงค์ ลังกาพินธุ์[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

ผู้เขียนติดต่อ:: สุชาญ อาลีอุสมาน E-mail: suchan_a@mail.rmutt.ac.th

## บทคัดย่อ

การทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการทำงานของโรงสีข้าว ทดสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพการสีข้าว วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประสิทธิภาพการสีข้าว โดยทำการศึกษาโรงสีข้าว 3 แห่งได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครึม จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าวกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ จังหวัดฉะเชิงเทรา และศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดราชบุรี โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพการสีข้าว ประสิทธิผลการสีข้าว ร้อยละการขัดสี ร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด สมรรถนะการสีข้าว โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532 ผลการศึกษาพบว่า สมรรถนะการสีข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.3 ton-padddy $hr^{-1}$ ประสิทธิภาพของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 80 ถึง 82 % ประสิทธิผลของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 58 ถึง 68% ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 325 hr $yr^{-1}$ หรือ 98 ton-padddy $yr^{-1}$ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 463 hr $yr^{-1}$ หรือ 130 ton-padddy $yr^{-1}$ ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 1,098 hr $yr^{-1}$ หรือ 220 ton-padddy $yr^{-1}$ จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนโดยพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 1200 bath ton-padddy $^{-1}$ พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครึม มีระยะเวลาในการคืนทุน 1.3 year วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีระยะเวลาในการคืนทุน 1.8 year ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีระยะเวลาในการคืนทุน 8.3 year

**คำสำคัญ:** โรงสีข้าว, เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก, ประสิทธิภาพการสีข้าว, ประสิทธิผลของการสีข้าว

# Testing and Evaluation of Rice Milling Machine Based on Thai Industrial Standard

Suchan Aliusman[1]*, Roongruang Kalsirisilp[1], Jaturong Langkapin[1]

*Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, ThanyaburiPathumthani, 12110.*

Corresponding author: Suchan Aliusman. E-mail: suchan_a@mail.rmutt.ac.th

## Abstract

Testing and evaluation of rice milling machine based on Thai industrial standard (TIS) was aimed to study the system component of rice mill, performance and efficiency testing of rice milling machine, economic analysis as well as suggestion for improvement of rice mill efficiency. Three rice mills were selected for this research study namely, Banthongkuem rice mill located in Angthong province, Bangbungtake rice mill located in Chachemgchao province and Jedeehak community center rice mill located in Rachaburi province. The parameters in this study were milling rice recovery, head rice recovery, degree of polish, percentage of whole grain and milling capacity. Reseach metrodology was conducted based on the criteria of Thai industrial standard 888-2532. Results showed that, milling capacity varied between 0.2-0.3 ton-padddy $hr^{-1}$. Percentage of milling rice recovery and head rice recovery varied between 80-82 % and 59-68 %, respectively. These parameters were higher than the Thai industrial standard. The economic anlysis showed that the break even point of Banthongkuem rice mill was 325 hr $yr^{-1}$ or 98 ton-padddy $yr^{-1}$. The break even point of Bangbungtake rice mill and Jedeehak community center rice mill was found to be 463 hr $yr^{-1}$ or 130 ton-padddy $yr^{-1}$ and 1098 hr $yr^{-1}$ or 220 ton-padddy $yr^{-1}$, respectively. Considering the contract rate as 830 bath ton-padddy$^{-1}$, the pay back period of the three rice mill was 1.3, 1.8 and 8.3 year, respectively.

**Keywords:** rice mill, paddy husker, rice whitener, milling rice recovery, head rice recovery.

## 1. บทนำ

โรงสีข้าวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสารเพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคทั่วไป โดยประเทศไทยนับเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก โดยในปี พ.ศ. 2559 ไทยส่งออกข้าว 9.88 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท [1] จากนโนบายการถ่ายโอนอำนาจบริหารราชการสู่ท้องถิ่น โดยเฉพาะงบประมาณในการพัฒนาท้องถิ่น ทำให้มีโรงสีข้าวในชุมชนเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันโรงสีข้าวในชุมชนที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรประสบปัญหาต่างๆ หลายด้าน ทำให้การดำเนินงานยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร บางชุมชนประสบปัญหาขาดทุนไม่สามารถแบกรับภาระหนี้สิน และบางแห่งต้องการคืนโรงสีข้าวให้กับรัฐบาล ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่คณะกรรมการผู้จัดการ และผู้ปฏิบัติการสีข้าว ยังขาดความเข้าใจในการดำเนินงานธุรกิจการสีข้าว ซึ่งเป็นธุรกิจที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในการบริหารงาน ทั้งทางด้านการผลิต การเงิน และการตลาด จึงจะสามารถทำการผลิตข้าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนต่ำ ในกระบวนการสีข้าวปัจจัยการผลิตคือ ข้าวเปลือกมีความแปรปรวนอยู่มาก ผลผลิตที่ผลิตได้ยังคงมีปัญหาด้านการตลาด แต่ปัญหาสำคัญในโรงสีข้าวชุมชนก็คือ ยังไม่สามารถผลิตข้าวสารให้ได้คุณภาพและปริมาณที่ควรจะเป็นโดยในกระบวนการสีข้าวจะได้รับเนื้อข้าวอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำเพียง 630 kg ในขณะที่เกณฑ์มาตรฐานการผลิตควรได้รับ 680 kg และได้รับปริมาณต้นข้าวค่อนข้างต่ำประมาณ 400 kg และคุณภาพของข้าวสารก็ยังด้อยกว่าโรงสีข้าวของภาคเอกชน รวมทั้งต้นทุนในการสีของโรงสีข้าวชุมชนก็ยังสูงมากเนื่องจากมีกำลังการผลิตต่อปีต่ำและเกิดของเสียในการผลิตมาก ส่งผลให้การดำเนินงานไม่สามารถสร้างผลประโยชน์ให้กับโรงสีข้าวในชุมชนมากนัก และบางแห่งถึงกับขาดทุน

นอกจากนั้นโรงสีข้าวในชุมชนหลายแห่งยังมีปัญหาทางด้านการบริหารเงินทุนหมุนเวียนในการผลิตทำให้ไม่สามารถจัดหาวัตถุดิบได้เพียงพอต่อการผลิตตลอดทั้งปีส่งผลให้ไม่สามารถมีอำนาจการแข่งขันทางด้านการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดในการศึกษาวิจัยกระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวในชุมชนว่าในกระบวนการต่างๆมีขั้นตอนใดบ้างที่ทำให้เกิดการสูญเสียในการผลิตและทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงเกินไป โดยวัตถุวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการสีข้าว สรรถนะการสีข้าวสาร ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดและปริมาณการขัดสี ตลอดจนวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานขนองโรงสีข้าวระดับชุมชน โดยทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### *2.1 ศึกษาการทำงานของระบบการทำงานของโรงสีข้าว*

ศึกษาการทำงานของระบบการทำงานของโรงสีข้าวตั้งแต่ข้าวเปลือกถึงข้าวสาร วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.888-2532

### *2.2 ประสิทธิภาพการสีข้าวเปลือก*

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะข้าวเปลือกซึ่งใช้เครื่องกะเทาะข้าวแบบลูกยาง 2 ลูก ขั้นตอนการทดสอบดังนี้ ตรวจสอบเครื่องสีข้าวให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ ชั่งน้ำหนักของข้าวเปลือกก่อนป้อนเข้าสู่ชุดรองรับข้าวเปลือกแล้ว เทข้าวเปลือกไปยังช่องบรรจุข้าวเปลือก เดินเครื่องสีข้าวเปลือกและจับเวลาในการทำงาน เก็บตัวอย่างข้าวจากช่องทางที่ข้าวผ่าน ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการทดสอบ โดยมีวิธีการดังนี้

- ประสิทธิภาพการสีข้าว (Milling Rice Recovery)คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$MRR = \left(\frac{A+B+C+D+E}{T}\right) x\ 100 \quad (1)$$

$MRR$= ประสิทธิภาพการสีข้าว (%)
$A$ = ปริมาณปลายข้าว (kg hr-1)
$B$ = ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (kg hr-1)
$C$ = ปริมาณต้นข้าว (kg hr-1)
$D$ = ปริมาณข้าวหักใหญ่ (kg hr-1)
$E$ = ปริมาณข้าวหัก (kg hr-1)
$T$ = ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกป้อน (kg hr-1)

- ประสิทธิผลการสีข้าว (Head Rice Recovery)สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$HRR = \left(\frac{B+C}{T}\right) x\ 100 \quad (2)$$

$HRR$ = ประสิทธิผลการสีข้าว (%)
$B$ = ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (kg $hr^{-1}$)
$C$ = ปริมาณต้นข้าว (kg $hr^{-1}$)
$T$ = ปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกป้อน (kg $hr^{-1}$)

- ปริมาณการขัดสี (Degree of polish) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$DOP = \left(1-\frac{W_1}{W_2}\right) x\ 100 \quad (3)$$

$DOP$ = ปริมาณการขัดสี (%)
$W_1$ = น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ด (g)

$W_2$ = น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ด (g)

*2.3 ความเร็วรอบของชิ้นส่วนในโรงสีข้าว*

วัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ ของชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงสีข้าว โดยหาความเร็วรอบของระบบการกะเทาะข้าวเปลือก ระบบขัดขาว ระบบคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$n_1 d_1 = n_2 d_2 \quad (4)$$

$n_1$ = ความเร็วรอบพูเลย์ตัวขับ (rpm)

$n_2$ = ความเร็วรอบพูเลย์ตัวตาม (rpm)

$d_1$ = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวขับ (mm)

$n_2$ = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวตาม (mm)

*2.4 ความสะอาดของข้าวเปลือก*

ความสะอาดของข้าวเปลือกก่อนการทดสอบ หาได้จากการชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกจำนวน 100 g มาทำการคัดแยกสิ่งเจือปนออก จากนั้นชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกสะอาดและสิ่งเจือปน ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

Figure 1 padddy before cleaning.

Figure 2 clean paddy after removing of contaminants.

Figure 3 contaminants of paddy.

ความสะอาดของข้าวเปลือกสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$Pu = \left( \frac{\text{ข้าวเปลือกสะอาด(g)}}{\text{ข้าวเปลือกสะอาด(g)} + \text{สิ่งเจือปน(g)}} \right) x\,100 \quad (3)$$

$Pu$ = เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของข้าวเปลือก (%)

*2.5 ความชื้นของข้าวเปลือก*

การวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องมือวัดค่าความชื้น (Moisture meter) ยี่ห้อ Kett รุ่น Ricter F Series สามารถแสดงผลในระบบดิจิตอล โดยเปิดสวิทช์เครื่องวัดความชื้น นำข้าวเปลือกตัวอย่างใส่ในแผ่นบรรจุข้าวเปลือกของเครื่องวัดความชื้น นำแผ่นบรรจุข้าวเปลือกใส่ในเครื่องวัดความชื้นและบิดเกลียวขันลงให้แน่นสุดแล้วให้หยุด แสดงว่าข้าวเปลือกในแผ่นบรรจุถูกบดจนละเอียดแล้ว กดปุ่มวัดความชื้น อ่านค่าและบันทึกผล ทำซ้ำจำนาน 10 ครั้ง และหาค่าความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก โดยกดปุ่ม AVE ของเครื่องวัดความชื้น ซึ่งสามารถวัดความชื้นข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวนึ่งได้ ดัง Figure 4

Figure 4 measuring of paddy moisture content.

*2.6 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์*

การวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงาน จุดคุ้มทุน และวิเคราะห์หาระยะเวลาในการคุ้มทุนของโรงสีข้าว โดยมีวิธีการดังนี้

- ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) คำนวณได้จากสมการที่ 3 [3]

$$D = \left( \frac{P - S}{L} \right) \quad (3)$$

$D$ = ค่าเสื่อมราคา (Baht $yr^{-1}$)

$P$ = ราคาเครื่องจักร (year)

$S$ = มูลค่าซาก (Baht)

$L$ = อายุการใช้งาน (year)

- ค่าดอกเบี้ย หรือค่าเสียโอกาสในการลงทุน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4 [4]

$$I = \left( \frac{P + S}{2} \right) x\, i \quad (4)$$

$I$ = ค่าดอกเบี้ย (Baht $yr^{-1}$)

$i$ = อัตราดอกเบี้ยทศนิยม

■ ระยะเวลาในการคืนทุน (PBP) ของเครื่องจักร คืออัตราส่วนระหว่าง ราคาของเครื่องจักร ต่อ กำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีคำนวณได้จากสมการที่ 5 [4]

$$PBP = \left(\frac{P}{R}\right) \quad (5)$$

$PBP$ = ระยะเวลาในการคืนทุน (year)

$P$ = ราคาเครื่องจักร (Baht)

$R$ = กำไรสุทธิต่อปี (Baht $yr^{-1}$)

■ จุดคุ้มทุน (Break Even Point) คำนวณได้จากสมการที่ 6 [4]

$$BEP = \left(\frac{F_c}{B-VC}\right) \quad (6)$$

$BEP$ = จุดคุ้มทุน (hr $yr^{-1}$)

$F_c$ = ค่าใช้จ่ายคงที่ (Baht $hr^{-1}$)

$B$ = อัตราการรับจ้าง (Baht $hr^{-1}$)

$VC$ = ค่าใช้จ่ายผันแปร (Baht $hr^{-1}$)

■ ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องสีข้าว คำนวณได้จากสมการที่ 6 [4]

$$TC = \left(\frac{F_c}{X}\right) + VC \quad (6)$$

$TC$ = ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องสีข้าว (Baht $hr^{-1}$)

$F_c$ = ค่าใช้จ่ายคงที่ (Baht $yr^{-1}$)

$X$ = ชั่วโมงการทำงาน (hr)

$VC$ = ค่าใช้จ่ายผันแปร (Baht $hr^{-1}$)

## 3. ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสีข้าว ของโรงสี ทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวบ้านทองครีม จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าวกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ จังหวัดฉะเชิงเทรา และโรงสีข้าวศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดราชบุรี (Figure 5-7) แสดงผลใน Table 1

Table 1 performance test of rice milling machine.

| รายการ | โรงสีข้าวบ้านทองครีม | โรงสีข้าวกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ | ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก | มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม | การวิเคราะห์ผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. พันธ์ข้าว | หอมมะลิ 105 | หอมมะลิแดง | หอมปทุม | - | - |
| 2. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือก (%) | 14 | 15 | 14 | - | - |
| 3. ความชื้นเฉลี่ยของข้าวขาว (%) | 13 | 14 | 13 | - | - |
| 4. ประสิทธิภาพของการสีข้าว (%) | 80 | 80 | 82 | 64 | ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 โรงสี |
| 5. ประสิทธิผลของการสีข้าว (%) | 58 | 67 | 68 | 42 | ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 โรงสี |
| 6. น้ำหนักข้าวทั้งหมด (kg) | 79 | 152 | 145 | - | - |
| 7. น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด (kg) | 58 | 121 | 117 | - | - |
| 8. ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด (%) | 73 | 80 | 81 | 60 | ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 โรงสี |
| 9. น้ำหนักข้าวขาวเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (g) | 15 | 40 | 19 | - | - |
| 10. น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ด 1000 เมล็ด (g) | 18 | 50 | 22 | - | - |
| 11. ปริมาณการขัดสี (%) | 17 | 20 | 14 | - | ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 โรงสี |
| 12. เปอร์เซ็นต์ความสะอาดข้าวเปลือก | 96 | 97 | 96 | - | - |
| 13. สมรรถนะการสีข้าวเปลือก (t $hr^{-1}$)[kg $hr^{-1}$] | 0.3 [300] | 0.28 [280] | 0.2 [140] | 0.8 [800] | - |
| 14. สมรรถนะการสีข้าวสาร (t $hr^{-1}$) | 0.19 | 0.19 | 0.10 | - | - |
| 15. ระดับความดังของเสียงในโรงสี (dB) | 90 | 86 | 94 | ไม่เกิน 85 เดซิเบลตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก | ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 โรงสี |
| 16. ความเร็วรอบของชุดกระเทาะ(rpm) | 720 | 889 | 806 | - | - |
| 17. ความเร็วรอบของชุดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (rpm) | 78 | 89 | 108 | - | - |

Figure 5 Banthongkuem rice milling machine.

Figure 6 Bangbungtake rice milling machine.

Figure 7 Jedeehak community center rice milling machine.

ผลการศึกษาพบว่าสมรรถนะการสีข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.3 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง โดยศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หักมีค่าสมรรถนะการสีข้าวเปลือกต่ำสุดเท่ากับ 0.2 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง และโรงสีข้าวบ้านทองครีมมีค่าสมรรถนะการสีข้าวเปลือกสูงสุดเท่ากับ 0.3 ตันข้าวเปลือกต่อชั่วโมง สมรรถนะการสีข้าวสารอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 0.19 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง โดยศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หักมีค่าสมรรถนะการสีข้าวสารต่ำสุดเท่ากับ 0.10 ตันข้าวสารต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 80 ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิผลของการสีข้าวอยู่ระหว่าง 58 ถึง 68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หักจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสีข้าวสูงสุด ระดับความดังของเสียงในโรงสีอยู่ระหว่าง 86 ถึง 94 เดซิเบล โดยโรงสีข้าวกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้มีค่าระดับความดังของเสียงในโรงสีต่ำสุดเท่ากับ 86 เดซิเบลและศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หักมีค่าระดับความดังของเสียงในโรงสีสูงสุดเท่ากับ 94 เดซิเบล ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ที่ 85 เดซิเบล ซึ่งทุกโรงสีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายในการทำงานของโรงสี พบว่าโรงสีข้าวบ้านทองครีม มีค่าใช้จ่ายรวม 146 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.49 บาทต่อกิโลกรัม วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีค่าใช้จ่ายรวม 155 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.55 บาทต่อกิโลกรัม ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีค่าใช้จ่ายรวม 145 บาทต่อชั่วโมง หรือ 0.73 บาทต่อชั่วโมง ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีม มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 325 ชั่วโมงต่อปี หรือ 97 ตันข้าวเปลือกต่อปี วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 462 ชั่วโมงต่อปี หรือ 129 ตันข้าวเปลือกต่อปี ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีจุดคุ้มทุนในการทำงานที่ 1098 ชั่วโมงต่อปี หรือ 220 ตันข้าวเปลือกต่อปี จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนโดยพิจารณาอัตราการรับจ้างที่ 1200 บาทต่อตัน พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีม มีระยะเวลาในการคืนทุน 1.3 ปี วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีระยะเวลา ในการคืนทุน 1.8 ปี ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก มีระยะเวลาในการคืนทุน 8.3 ปี

## 4. สรุป

การศึกษาด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสีข้าวของโรงสีข้าวระดับชุมชนทั้ง 3 โรงได้แก่ โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีม จังหวัดอ่างทอง โรงสีข้าววิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ จังหวัดฉะเชิงเทราและ ศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก จังหวัดราชบุรี ผลการศึกษาพบว่าทุกโรงสีผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านประสิทธิภาพของการสีข้าว ประสิทธิผลของการสีข้าว ร้อยละข้าวเต็มเมล็ด แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้าน ระดับความดังของเสียงในโรงสีข้าว ผลการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า โรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีมและวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ มีค่าใช้จ่ายในการทำงานต่ำกว่าโรงสีข้าวของศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มีจุดคุ้มทุนในการทำงานของโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีม ต่ำสุดเท่ากับ 98 ton-padddy yr-1 ระยะเวลาในการคืนทุนของโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีมและ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้เร็วกว่าศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ประมาณ 6-7 ปี

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ ที่สนับสนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณโรงสีข้าวชุมชนบ้านทองครีม วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้าน

เกษตรกรบ้านบึงตะเข้ และศูนย์ข้าวชุมชนเจดีย์หัก ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบ

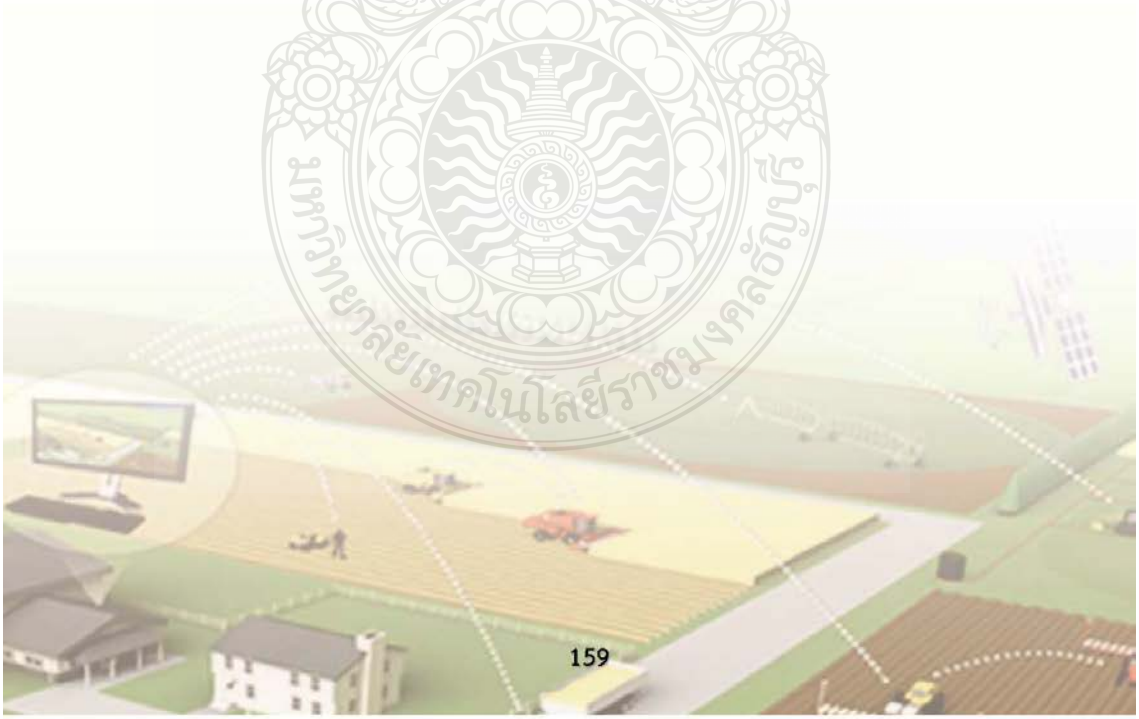
## 6. เอกสารอ้างอิง

ข่าว สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย 2559. สถิติรายปี กรุงเทพมหานคร. แหล่งข้อมูล: http://www.thairiceexporters.or.th เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2560.

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. 2532. ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก มอก.888-2532

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2545. การจัดการเครื่องจักรกลเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

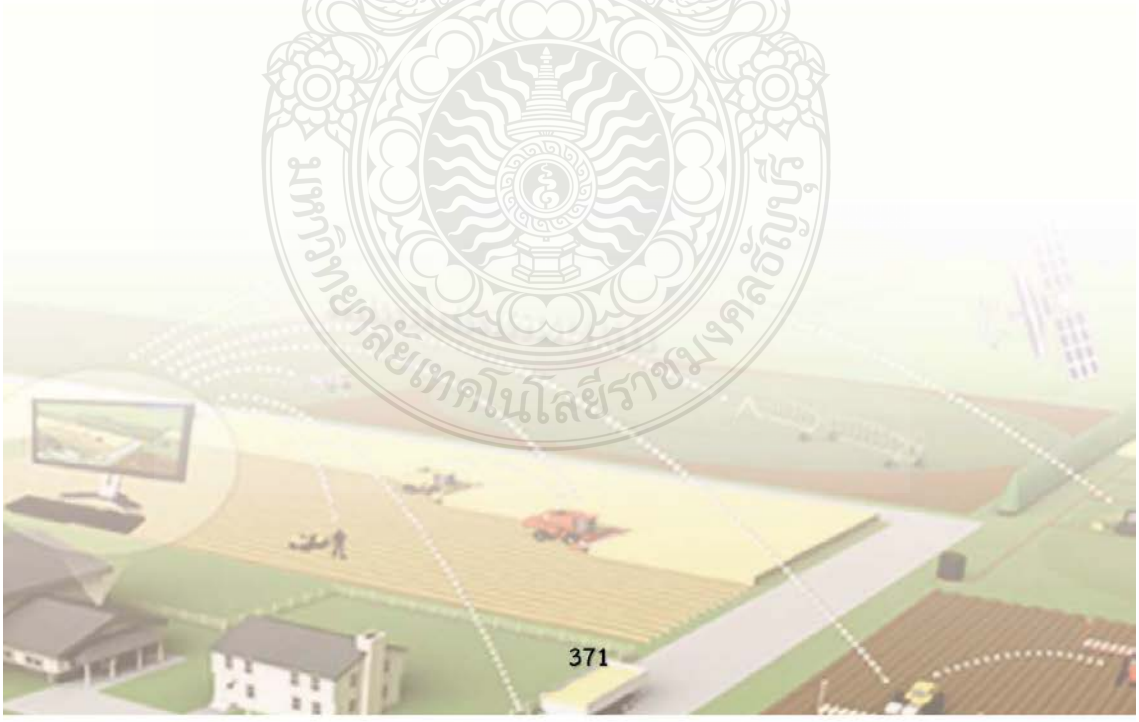
Hunt, D. 2001. Farm Power and Machinery. Tenth Edition, Iowa State University Press. Ames, Iowa.



## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ (REVIEWER)

| | | |
|---|---|---|
| 1. | ศ. ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์<br>Prof. Dr. Somchart Soponronnarit | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. | ศ. ดร. สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา<br>Prof. Dr. Sakamon Devahastin | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 3. | รศ. ดร. สมเกียรติ ปรัชญาวรากร<br>Assoc. Prof. Dr. Somkiat Prachayawarakorn | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 4. | รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์<br>Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 5. | ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์<br>Asst. Prof. Dr. Songvoot Sangchan | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 6. | ผศ. ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ<br>Asst. Prof. Dr. Prasan Choomjaihan | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 7. | ดร. วสุ อุดมเพทายกุล<br>Dr. Vasu Udompetaikul | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 8. | ดร. จิราพร ศรีภิญโญวณิชย์จงยิ่งเจริญ<br>Dr. Jiraporn Sripinyowanich Jongyingcharoen | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 9. | รศ. ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์<br>Assoc. Prof. Dr. Prathuang Usaborisut | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 10. | รศ. ดร. อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล<br>Assoc. Prof. Dr.Anupun Terdwongworakul | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน |
| 11. | รศ. ดร. รังสินี โสธรวิทย์<br>Assoc. Prof. Dr. Rungsinee Sothornvit | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 12. | ผศ. ดร. วัชรพล ชยประเสริฐ<br>Asst. Prof. Dr. Watcharapol Chayaprasert | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน |
| 13. | ผศ. ดร. วันรัฐ อับดุลลากาซิม<br>Asst. Prof. Dr. Wanrat Abdullakasim | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน |
| 14. | ผศ. ดร. สมชาย ชวนอุดม<br>Asst. Prof. Dr. Somchai Chuan-Udom | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 15. | ผศ. ดร. ศิวะ อัจฉริยวิริยะ<br>Asst. Prof. Dr. Siva Achariyaviriya | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 16. | ผศ. ดร. ดนุวัศ ทางดี<br>Asst. Prof. Dr. Danuwat Thangdee | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี |
| 17. | ผศ. ดร. ศิระษา ทางดี<br>Asst. Prof. Dr. Sirasa Thangdee | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี |
| 18. | รศ. ดร. จาตุรงค์ ลังกาพินธ์<br>Assoc. Prof. Dr. Jaturong Lungapin | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 19. | ผศ. ดร. สานิตย์ดา เตียวต่อย<br>Asst. Prof. Dr. Sanidda Tiewtoy | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |

| | | |
|---|---|---|
| 20. | ผศ. ดร. สุนัน ปานสาคร<br>Asst. Prof. Dr. Sunan parnsakhorn | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 21. | ผศ. ดร. ฤทธิชัย อัศวราชันย์<br>Asst. Prof. Dr. Rittichai Assawarachan | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 22. | ดาเรศร์ กิตติโยภาส<br>Dares Kittiyopas | กรมส่งเสริมการเกษตร |
| 23. | วิบูลย์ เทเพนทร์<br>Viboon Thepent | กรมวิชาการเกษตร |
| 24. | ดร. อนุชิต ฉ่ำสิงห์<br>Dr. Anuchit Chamsing | กรมวิชาการเกษตร |
| 25. | ชีรวรรธก์ มั่นกิจ<br>Cherawat Munkit | กรมส่งเสริมการเกษตร |



# ประวัติผู้เขียน


| | |
|---|---|
| **ชื่อ – สกุล** | นายสุชาญ อาลีอุสมาน |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 28 กุมภาพันธ์ 2533 |
| **ที่อยู่** | 102 หมู่ 5 ตำบลชุมพล อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120 |
| **การศึกษา** | ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลธัญบุรี |
| **ประวัติการทำงาน** | วิศวกรฝ่ายจัดซื้อ บริษัทไทยซัมมิท โกลด์ เพรส จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ.2557 ถึงปัจจุบัน |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 08-8223-4944 |
| **อีเมล** | suchan_a@mail.rmutt.ac.th |